

**Schafft Wissen: Gemeinsames und geteiltes
Wissen in Wissenschaft und Technik: Proceedings
der 2. Tagung des Nachwuchsnetzwerks "INSIST",
07.-08. Oktober 2016, München**

Engelschalt, Julia (Ed.); Maibaum, Arne (Ed.); Engels, Franziska (Ed.);
Odenwald, Jakob (Ed.)

Veröffentlichungsversion / Published Version
Konferenzband / conference proceedings

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Engelschalt, J., Maibaum, A., Engels, F., & Odenwald, J. (Hrsg.). (2018). *Schafft Wissen: Gemeinsames und geteiltes Wissen in Wissenschaft und Technik: Proceedings der 2. Tagung des Nachwuchsnetzwerks "INSIST", 07.-08. Oktober 2016, München* (INSIST-Proceedings, 2). <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-58220-7>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer CC BY-ND Lizenz (Namensnennung-Keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/1.0/deed.de>

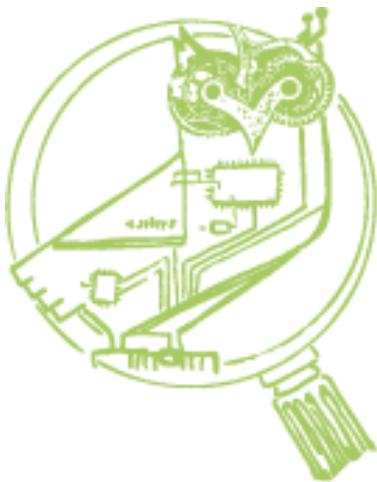
Terms of use:

This document is made available under a CC BY-ND Licence (Attribution-NoDerivatives). For more Information see:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/1.0>

Schafft Wissen: Gemeinsames und geteiltes Wissen in Wissenschaft und Technik

Proceedings der 2. Tagung des
Nachwuchsnetzwerks „INSIST“,
07.-08. Oktober 2016, München

Herausgegeben von
Julia Engelschalt, Arne Maibaum,
Franziska Engels & Jakob Odenwald



Inhaltsverzeichnis

Geleitwort	i
Editorische Notiz	ii
Technologie und Collagekunst	1
Laura Voss	
Vom Forschen erzählen: Thomas Huxleys Method of Zadig als ‚popularisierte Wissenschaftstheorie‘ am Ende des 19. Jahrhunderts	4
Jakob Odenwald	
„Herrliche, liebliche und fůrtreffliche Nutzbarkeit.“ Vermittlung von praktischem Wissen durch Franz Ritters Astrolabium-Traktat von 1613	22
Agnes Bauer	
Gebrauchsanleitungen für „lebende Maschinen“? Synthetische Biologie zwischen Ingenieur und Anwender	43
Michael Funk	
Chronogrammatologie. Zeitregistratur der Laufzeit bei Hermann von Helmholtz um 1850	68
Christoph Borbach	
Quantified Self als verwissenschaftlichte Selbsterkenntnis	92
Lars Gaentzsch	
(De-)Constructing Participation in Transdisciplinary Sustainability Research: A Critical Review of Key Concepts	106
Livia Fritz	
Soziologische Spuren im Design Thinking und die Möglichkeit einer soziologischen Fremdbeschreibung der Soziologie	125
Tim Seitz	
Same, same but different: Storytelling of innovative places and practices in Nairobi	139
Alev Coban	
The Relationship between Openness and Closedness in the FabLab. A Differentiated Typology of Possible Relations between Institutional Logics ...	153
Jana Deisner & Chris Grieser	
Zur Verwissenschaftlichung einer „nachgeordneten Behörde“ – Die Projektträgerorganisation im Spannungsfeld von Politik und Wissenschaft ...	170
Lisa Kressin	
Konflikte um Technisches als Ansatzpunkte für eine Biografie der Technik ...	187
Andie Rothenhäusler	
I Robot, You Unemployed: Robotics in Science Fiction and Media Discourse	203
Lisa Meinecke & Laura Voss	
Autor*innenverzeichnis	222

Geleitwort

Initiiert an einem Bielefelder Küchentisch, blickt das Interdisciplinary Network for Studies Investigating Science and Technology (kurz: INSIST) auf eine mittlerweile fünfjährige Geschichte zurück. Der Anspruch der Beteiligten war von Anfang an, Nachwuchsforscher*innen, Studierenden und allen Interessierten, die sich für Fragen der Geschichte, Philosophie und Soziologie der Wissenschaft und Technik und angrenzende Felder interessieren, eine Plattform zum thematischen wie auch informellen Austausch zu bieten. INSIST versteht sich als *bottom-up* organisierter, offener Rahmen für das Ausprobieren und die gemeinsame Umsetzung neuer Ideen, als Interessenvertretung für Nachwuchsthemen und auch als Möglichkeit zum Knüpfen von Praxiskontakten.

Wie fruchtbar neben dieser Offenheit auch die Schaffung von Kontinuität sein kann, zeigt die Tatsache, dass aus der ersten INSIST-Nachwuchstagung, die 2014 in Berlin stattfand, inzwischen eine Konferenzreihe geworden ist. Am 7. und 8. Oktober 2016 fand in München die zweite Tagung mit dem Titel „Schafft Wissen: Gemeinsames und geteiltes Wissen in Wissenschaft und Technik“ statt – diesmal mit großzügiger Unterstützung des Munich Center for Technology in Society (MCTS) der Technischen Universität München.

Neben einer inspirierenden Keynote von Prof. Dr. Ulrike Felt (Universität Wien) bot diese Konferenz in zehn interdisziplinären Panels ein breites Spektrum an Themen und viel Raum für kritische Diskussionen. Alle Beiträge einte das gemeinsame Interesse an den vielfältigen Aushandlungsprozessen, denen wissenschaftliches wie technisches Wissen in verschiedensten Kontexten der Produktion und Kommunikation unterliegt. So ging es in den Vorträgen unter anderem um die Wechselbeziehung zwischen Wissen und Öffentlichkeit(en), Wissen und Politik, Wissen und Körper sowie Wissen und Digitalisierung. Daneben wurden Orte des Wissens, aber auch sozio-experimentelle Wissens(an)ordnungen und Fragen der Teilhabe an Wissen bzw. der partizipativen Wissensproduktion diskutiert. Darüber hinaus wurde die Nachwuchstagung durch eine Ausstellung mit Collagen von Laura Voss (MCTS) bereichert, die in ihrer Auseinandersetzung mit Innovation und der Produktion von Wissen und Technologie wissenschaftliches und künstlerisches Arbeiten in einen fruchtbaren Austausch bringt.

Zur INSIST-Tagungsreihe erscheint hiermit nun auch der zweite Band der Proceedings-Reihe. Ein Teil der Vorträge wurde von den Autor*innen zur Veröffentlichung ausgearbeitet und hat ein Peer-Review-Verfahren durchlaufen. Wir bedanken uns ganz herzlich bei allen Autor*innen, Reviewer*innen und Herausgeber*innen für ihre unermüdliche Arbeit – und freuen uns schon jetzt auf die dritte INSIST-Nachwuchstagung, die im Oktober 2018 in Karlsruhe stattfinden wird.

Julia Engelschalt & Franz Kather, Universität Bielefeld
Sprecher*innen von INSIST

Editorische Notiz

Die hier versammelten Beiträge der zweiten INSIST-Nachwuchstagung 2016 „Schafft Wissen: Gemeinsames und geteiltes Wissen in Wissenschaft und Technik“ reflektieren, wie auch die Proceedings zur ersten INSIST-Tagung, sowohl die Bandbreite an Themen, die aktuell in der Wissenschafts- und Technikforschung diskutiert werden, als auch die rege Beteiligung unterschiedlichster Fachrichtungen an diesen Diskussionen.

Um – bei allem Wunsch nach Interdisziplinarität – der disziplinären Verortung der einzelnen Autor*innen gerecht zu werden, haben wir uns entschieden, die Zitierweise, die bibliographischen Angaben und fachspezifischen Gepflogenheiten im Textsatz weitgehend beizubehalten und lediglich im Layout zu vereinheitlichen.

Die Reihenfolge der hier zusammengestellten Artikel reflektiert weder die zeitliche Abfolge der Vorträge im Verlauf der INSIST-Tagung, noch soll durch die gewählte Anordnung eine qualitative Wertung vorgenommen werden. Vielmehr möchten wir auf diese Weise die Vielfalt und Unterschiedlichkeit der größtenteils in deutscher und erstmals auch teils in englischer Sprache eingereichten Texte unterstreichen.

Eine künstlerische Rahmung für den Band bilden ausgewählte Collagen von Laura Voss, die während der Tagung in München ausgestellt wurden. Entsprechend beginnt der Band mit einer Erläuterung dieser Arbeiten unter dem Titel „Technologie und Collagekunst“ (Voss). Im weiteren Verlauf des Bandes markieren die Collagen eine lose thematische Gruppierung der Textbeiträge in fünf Schwerpunkte: Popularisierung von Wissen im historischen Kontext (*Odenwald, Bauer*); Wissen in Experimentalanordnungen (*Funk, Borbach*); Wissensgemeinschaften (*Gaentzsch, Fritz, Seitz*); Wissen und Organisationen (*Coban, Deisner & Grieser, Kressin*); und schließlich Technik und Narration (*Rothenhäusler, Meinecke & Voss*).

Wir möchten uns an dieser Stelle bei allen Autor*innen für ihre Einreichungen bedanken. Alle Beiträge haben ein anonymes Peer-Review-Verfahren durchlaufen. Daher gebührt unser Dank auch den Mitgliedern des Review-Teams für ihre konstruktiven Anmerkungen und Verbesserungsvorschläge. Für die Möglichkeit der Online-Publikation im Social Science Open Access Repository (SSOAR) danken wir außerdem dem GESIS Leibniz-Institut für Sozialforschung.

Julia Engelschalt, Universität Bielefeld

Arne Maibaum, Technische Universität Berlin

Franziska Engels, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung / Munich Center for Technology in Society (MCTS), Technische Universität München

Jakob Odenwald, Universität Zürich

Technologie und Collagekunst

Laura Voss

In meiner wissenschaftlichen Arbeit beschäftige ich mich mit der Beziehung zwischen Menschen und Technologie (s.a. Beitrag mit Lisa Meinecke in diesem Band). Auf der INSIST-Konferenz im Oktober 2016 war ich allerdings nicht nur als Wissenschaftlerin, sondern auch als Künstlerin vertreten und freue mich, dass meine Collagen nun auch Teil der INSIST-Proceedings werden.

Seit etwa 2011 sind Papiercollagen mein hauptsächliches künstlerisches Medium. Entstanden aus der simplen Freude an absurden Bildkombinationen, haben sich im Laufe der Jahre ein persönlicher Stil und eine Vorliebe für bestimmte Motive entwickelt. So finden sich in meinen Collagen viele surreale Landschaften und Städte, technische Apparaturen und Mensch-Tier-Hybride.

Der Inhalt meiner Tausende von Bildschnipseln umfassenden Materialsammlung spiegelt dies wider: Es sind vor allem Bruchstücke von Landschaften, Pflanzen, Tieren, Menschen, Architektur, Alltagsgegenständen und technologischen Artefakten. Dieser Vorrat an „Rohmaterial“ speist sich vor allem aus Büchern, für die andere keine Verwendung mehr hatten – gefunden im Müll, in „Zu Verschenken“-Kisten am Straßenrand oder im Gebrauchtwarenladen des Münchner Abfallwirtschaftsbetriebs.

Als INSIST dazu aufrief, für die Konferenz 2016 auch künstlerische Beiträge einzureichen, wurde mir bewusst, dass sich in meinen Collagen auch die auf der Konferenz behandelten Themen widerspiegeln.

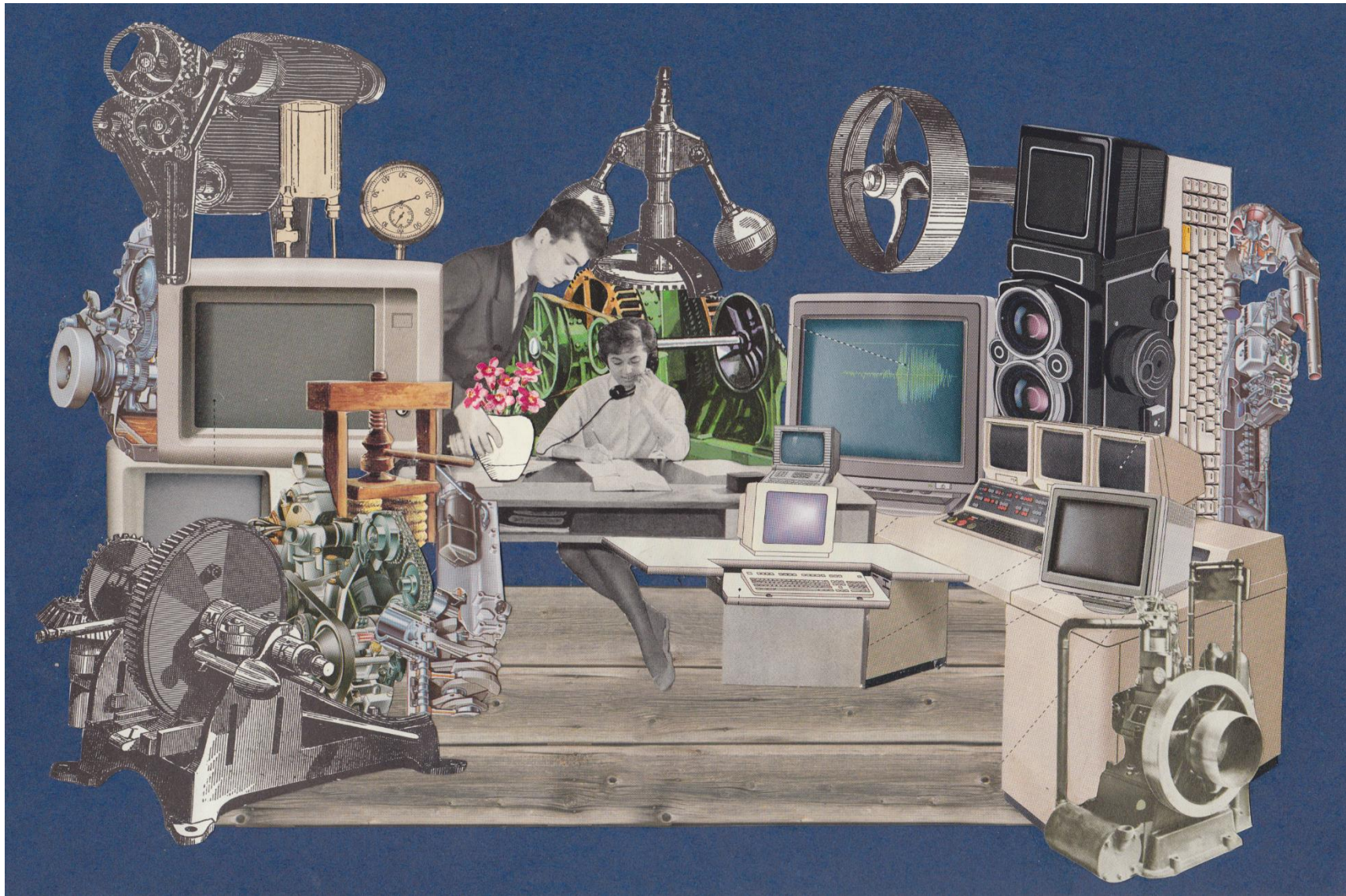
Neue Technologien entstehen nicht aus dem Nichts, sondern sind in den allermeisten Fällen ein Netzwerk aus wenigen neuen und vielen alten Versatzstücken – sei es die Idee, das Design oder konkrete technologische Komponenten. In der Kombination entsteht dabei nur auf den allerersten Blick eine glatte und optimierte Innovation. Bei genauerer Betrachtung handelt es sich schlicht um ein Konglomerat von neuen und alten, teils vielleicht sogar überflüssigen Objekten und Praktiken. Im Medium Collage findet sich diese Vielschichtigkeit im wahren Sinne des Wortes wieder: Schicht um Schicht aufgebaut, verknüpft eine Collage eine Sammlung von Elementen, die nicht für das Werk geschaffen, sondern anderen Werken entnommen worden sind, und deren Gestalt und Verhalten nur in begrenztem Maße beeinflussbar sind. Das Rohmaterial wird aus seinem ursprünglichen Zusammenhang gerissen und in einen neuen Kontext gesetzt.

Im Falle meiner Papiercollagen ist das Ergebnis dieses Schichtungsprozesses immer wieder Maschinen, Apparaturen, Netzwerke und Szenarien. Von weitem betrachtet bilden sie eine geschlossene Einheit – etwa eine Landschaft oder ein Portrait. Bei näherem Hinsehen jedoch bestehen sie vollständig aus geklauten Versatzstücken, die aus ihrem ursprünglichen Kontext gerissen wurden und in

ihren neuen Kontext teils nur mit Biegen und Brechen hineinpassen, oder den neuen Kontext überhaupt erst entstehen lassen.

Die physische Beschaffenheit des Materials setzt dabei deutliche Grenzen: Anders als beispielsweise bei digitalen Collagen können bei der Gestaltung von Papiercollagen Bildelemente nicht vergrößert oder verkleinert werden. Jedes potentielle Element ist genau einmal vorhanden und lässt sich auch nur genau einmal verwenden. Die einzige Veränderungsmöglichkeit besteht darin, das Bildelement zu beschneiden.

Die so entstandenen Bilder lassen sich auf unterschiedlichste Weise interpretieren. Für mich selbst ergeben sich manchmal, aber nicht immer, bestimmte Assoziationen. Ich gebe meinen Collagen jedoch bewusst keine Titel. Jeder Betrachterin und jedem Betrachter steht es offen, einen eigenen Sinn darin zu finden.



Laura Voss, 2015-08-23b

Collage

Vom Forschen erzählen: Thomas Huxleys *Method of Zadig* als ,popularisierte Wissenschaftstheorie‘ am Ende des 19. Jahrhunderts

Jakob Odenwald

Wissenschaftspopularisierung – der Prozess, wissenschaftliche Erkenntnisse einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich zu machen und diese in den Forschungsprozess einzubinden – ist kein Thema, das erst im Zeitalter von *citizen science* und *open access* an Bedeutung gewinnt. Bereits im Zuge der zunehmenden Professionalisierung der Wissenschaften im 19. Jahrhundert bildete sich ein breites Ensemble von Kommunikationsformen heraus, die darauf abzielten, gewonnene wissenschaftliche Erkenntnisse zu popularisieren. Der vorliegende Beitrag richtet den Blick dabei auf ,popularisierte Wissenschaftstheorie‘, also auf ein Wissen von der Wissenschaft, das sich nicht auf Forschungsergebnisse bezieht, sondern ein Wissen über die Funktionsweise, die Methoden und Voraussetzungen von Wissenschaft bezeichnet.¹ Unter Popularisierung soll nach Angela Schwarz „die Übertragung von Geistesprodukten vom Kontext ihres Entstehens, dem des Wissenschaftlers, in einen anderen Kontext, dem des Laien“ verstanden werden. Konstitutiv ist dabei ein „Transformationsvorgang“ der zu übertragenden Inhalte.²

In diesem Beitrag soll der Frage nachgegangen werden, wie wissenschaftstheoretische Vorstellungen am Ende des 19. Jahrhunderts in England und den USA popularisiert wurden. Ein Fallbeispiel hierzu liefert ein Vortrag, den der viktorianische Paläontologe Thomas Henry Huxley (1825–1895) im Jahr 1880 am

-
1. Vgl. Kühne, Ulrich: „Wissenschaftstheorie“, in: *Enzyklopädie Philosophie*, Bd. 2, Hamburg 1999, S. 1778.
 2. Schwarz, Angela: „Bilden, überzeugen, unterhalten: Wissenschaftspopularisierung und Wissenskultur im 19. Jahrhundert“, in: *Wissenspopularisierung. Konzepte der Wissensverbreitung im Wandel*, hg. von Carsten Kretschmann (Wissenskultur und gesellschaftlicher Wandel 4), Berlin 2003, S. 223f. Das Konzept der Popularisierung ist jedoch nicht unwidersprochen geblieben, vgl. Daum, Andreas: *Wissenschaftspopularisierung im 19. Jahrhundert. Bürgerliche Kultur, naturwissenschaftliche Bildung und die deutsche Öffentlichkeit, 1848–1914*, München 1998, S. 26–28; Schwarz, Angela: *Der Schlüssel zur modernen Welt. Wissenschaftspopularisierung in Großbritannien und Deutschland im Übergang zur Moderne (ca. 1870–1914)* (VSWG Beihefte 153), Stuttgart 1999, S. 38–47. Cloître und Shinn haben den enger gefassten Begriff „expository practice“/„expository science“ als Alternative vorgeschlagen, um pejorative Konnotationen zu vermeiden; vgl. Cloître, Michel; Shinn, Terry: „Expository Practice. Social, Cognitive and Epistemological Linkage“, in: *Expository Science. Forms and Functions of Popularisation*, hg. von Terry Shinn; Richard Whitely (Sociology of Science 9), Dordrecht; Boston; Lancaster 1985, S. 31–60.

Londoner Working Men's College hielt. Huxley entwarf darin einen Begriff von Wissenschaft, den er – auf Voltaires *Zadig ou la Destinée* bezugnehmend – als „Method of Zadig“ bezeichnete. In einem kursorischen Abriss skizziere ich zunächst einige Grundlinien der Geschichte der Wissenschaftspopularisierung im 19. Jahrhundert (1). Sodann möchte ich fragen, wie Huxley in seinem Vortrag „On the Method of Zadig“ Wissenschaftstheorie zum Zweck ihrer Popularisierung transformierte und auf welche rhetorischen Strategien er dabei zurückgriff (2). Huxley präsentierte wissenschaftliche Praxis dabei in Form einer Erzählung, die als ein ‚Narrativ des Forschens‘ beschrieben werden kann.³ Verfolgt man die Zirkulations- und Rezeptionsgeschichte dieses Narrativs (3), so zeigt sich, dass die „Methode des Zadig“ bis zur Jahrhundertwende zu einem emblematischen Topos von Wissenschaftlichkeit mit Wiedererkennungswert, zu einem Paradigma ‚popularisierter Wissenschaftstheorie‘ wurde. Die Adäquatheit der „Methode des Zadig“ als popularisierte Wissenschaftstheorie wurde in den 1890er Jahren vermehrt zum Gegenstand von Diskussionen. Abschließend soll daher die zeitgenössische Reflexion und Kritik des populären Topos in den Blick genommen werden (4).

Anhand des Fallbeispiels lässt sich zudem exemplarisch aufzeigen, wie Wissenschaftler*innen im Zuge ihrer Professionalisierung am Ende des 19. Jahrhunderts ihr Verhältnis zu Öffentlichkeit neu aushandelten: Huxleys „Methode des Zadig“ propagierte dabei eine ideelle Integration des Laien in das gesellschaftliche Projekt ‚Wissenschaft‘, ohne jedoch die Möglichkeit einer eigenständigen Teilhabe an der Generierung wissenschaftlicher Erkenntnisse zu eröffnen. Die Untersuchung der ‚popularisierten Wissenschaftstheorie‘ der „Method of Zadig“ bietet daher Gelegenheit, über das Verhältnis von Öffnung und Schließung wissenschaftlicher Diskurse am Ende des 19. Jahrhunderts nachzudenken.⁴

1. Wissen teilen im 19. Jahrhundert – eine historische Perspektive

Im Laufe des 19. Jahrhunderts verließen die zunehmend professionalisierten Naturwissenschaftler unterschiedlicher Fachgebiete immer häufiger, zumindest zeitweise, die geschlossenen und elitären Räume der Universitäten, Akademien und Laboratorien, um für eine breitere Öffentlichkeit zu schreiben und zu sprechen. Im viktorianischen England des späten 19. Jahrhunderts richteten sie sich nicht mehr nur an aristokratische und großbürgerliche Oberschichten, sondern adressierten neben einer männlichen bürgerlichen Mittelschicht nun auch bür-

3. Das hier eingeführte ‚Narrativ des Forschens‘ mag die Typologie wissenschaftlicher Narrative („narrative of science“, „narrative of natural theology“, „narrative of natural history“) ergänzen, welche von Gates und Shteir für das viktorianische 19. Jahrhundert vorgeschlagen wurde. Vgl. Gates, Barbara; Shteir, Ann: „Introduction. Charting the Tradition“, in: *Natural Eloquence. Women Reinscribe Science*, hg. von dens., London; Madison 1997, S. 3–26.

4. Vgl. zum Zusammenhang von Popularisierung und Professionalisierung Desmond, Adrian: „Redefining the X Axis. ‚Professionals‘, ‚Amateurs‘ and the Making of Mid-Victorian Biology“, in: *Journal of the History of Biology* 34, 2001, S. 3–50. Lightman, Bernard: „The Story of Nature. Victorian Popularizers and Scientific Narrative“, in: *Victorian Review* 25, 2000, 3f.

gerliche Frauen, Kinder und ArbeiterInnen. Die Motive hierfür waren vielschichtig: Neben ökonomischen Interessen findet sich ein liberal-emanzipatorischer Philanthropismus, nicht selten verbunden mit einem paternalistischen Selbstverständnis: Letztlich, so die weit verbreitete Hoffnung, lege eine solide Kenntnis der Wissenschaften das Fundament für die Herausbildung staatsbürgerlicher Tugenden in den bisher marginalisierten sozialen Milieus.⁵ Nicht zuletzt war Wissenschaftspopularisierung aber auch Teil einer wissenschaftspolitischen Legitimationsstrategie: Ab den 1870er Jahren arbeiteten „men of science“ zunehmend in staatlich subventionierten Forschungseinrichtungen, deren Finanzierung abhängig war von der Anerkennung einer breiten Öffentlichkeit. Wissenschaftler mussten sich präsentieren, um im Prozess der demokratischen Willensbildung Berücksichtigung zu finden.⁶ Auf der anderen Seite, bei den ‚Rezipient*innen‘, war die Beschäftigung mit den Wissenschaften nicht selten selbst initiierte Freizeitbeschäftigung, die mit der Hoffnung auf Emanzipation aus den oft prekären Lebensverhältnissen einherging. Es sollte dabei aber nicht davon ausgegangen werden, dass sich naturwissenschaftliches Wissen im Sinne diffusionistischer Modelle von oben nach unten, von aktiven ‚Produzent*innen‘ hin zu passiven ‚Rezipient*innen‘ verbreitete. Es entstand vielmehr ein vielgestaltiges Bild verschiedener Wissenskulturen, in denen sogenanntes wissenschaftliches Wissen stets neu interpretiert und ausgehandelt wurde.⁷ Die Deutungshoheit lag dabei nicht unangefochten bei den professionalisierten Autoritäten der Wissenschaften; diese mussten sie vielmehr gegen andere gesellschaftliche Akteure immer wieder von Neuem für sich reklamieren.

Ermöglicht und begleitet wurde diese Entwicklung durch eine Vielzahl kontextueller Faktoren: Der wirtschaftliche Aufstieg Großbritanniens in den 1850er Jahren schuf für die viktorianische Mittelschicht Freiräume, sich eingehender mit Wissenschaft zu beschäftigen.⁸ Gleichzeitig stieg die Alphabetisierungsrate in England von ungefähr 50% in den 1830er Jahren auf 99% am Ende des Jahrhunderts.⁹ Das viktorianische England entwickelte sich, wie William St. Clair treffend formuliert, zur „reading nation“;¹⁰ das allgemeine Bildungsniveau stieg. Technische Innovationen zu Beginn des Jahrhunderts (dampfbetriebene Druckerpressen, maschinelle Herstellung von Papier, Vertrieb via Eisenbahn)

-
5. Brock, Claire: „Introduction“, in: *Victorian Science and Literature*, Bd. 5: *New Audiences for Science. Women, Children, Labourers*, hg. von ders., London 2012, S. xvii, xix.
 6. Besondere Bedeutung kommt hierbei sicher die Ausweitung des Wahlrechts auf die Arbeiterklasse durch den „Reform Act“ von 1867 zu; vgl. Lightman, Bernard: *Victorian Popularizers of Science. Designing Nature for New Audiences*, Chicago; London 2007, S. 364.
 7. McLaughlin-Jenkins, Erin: *Common Knowledge. The Victorian Working Class and the Low Road to Science, 1870–1900*, Diss. masch. North York/Ontario 2001, S. V. McLaughlin-Jenkins macht auch darauf aufmerksam, dass Wissenschaftspopularisierung nicht allein als gesteuerter top-down-Prozess zu beschreiben ist, vielmehr lassen sich gerade anhand der Arbeiterschaft gesonderte Organisationsformen nachweisen, welche die Eigeninitiative der marginalisierten Schichten belegen. Siehe auch die konzeptionellen Überlegungen von Schwarz: *Wissenschaftspopularisierung und Wissenskultur*, S. 222–227.
 8. Allen, David Elliston: *The Naturalist in Britain. A Social History*, London 1976, S. 137.
 9. Lightman: *Victorian Popularizers*, S. 18.
 10. St. Clair, William: *The Reading Nation in the Romantic Period*, Cambridge 2004, S. 13.

senkten außerdem die Preise für Bücher, Periodika und Zeitungen, sodass sich die vormaligen Luxusgüter vermehrt auch diejenigen leisten konnten, denen der Zugang zu Druckerzeugnissen bisher aus ökonomischen Gründen verwehrt geblieben war.¹¹

Die Popularisierung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse war aber kein Selbstläufer, wie bereits die Zeitgenossen bemerkten. Im November 1870 konstatierte einer der Herausgeber von „Nature“: „The error of ‚popular‘ scientific lectures [...] is that which is so commonly attributed to clergymen, that of speaking over the heads of their audience”¹² – mit womöglich fatalen Folgen. So bezweifelte Thomas Huxley, dass „more than one in ten of an average audience carries away an accurate notion of what the speaker has been driving at.” Lehrer der Naturwissenschaften sollten sich daher der Alltagssprache ihres Publikums anpassen, von „scholastic pedantry“ absehen und einen „technical dialect“ vermeiden.¹³ Beide Autoren reflektierten damit eines der Grundprobleme der Kommunikation, das sich zwischen Wissenschaftlern auf der einen und den alten wie neuen Adressatenkreisen auf der anderen Seite ergab: das Problem einer adäquaten und zugleich verständlichen Sprache. Auf die unterschiedlichen Darstellungsweisen, die sich nicht allein in der von Huxley vorgeschlagenen sprachlichen Vereinfachung erschöpften, sondern Formen ganz eigener kompositorischer Qualität hervorgebracht haben, hat die jüngere Forschung aufmerksam gemacht: Fantastische Inszenierungen, die Wissenschaft als Erlebnis und Sensation präsentierte,¹⁴ kamen ebenso zum Einsatz wie narrative Verfahren, welche die Leser- oder Zuhörerschaft ermutigen sollten, „to conceive of themselves as participants in the quest of knowledge.“¹⁵ Naturwissenschaftliches Wissen war dabei immer auf außerwissenschaftliche „Symbolsysteme angewiesen, die [die] Inhalte überhaupt erst geistig transportabel mach[t]en.“¹⁶

11. Secord, James Andrew: *Victorian Sensation. The Extraordinary Publication, Reception, and Secret Authorship of Vestiges of the Natural History of Creation*, Chicago; London 2000, S. 2.

12. Anonym: „Science and the Working Classes“, in: *Nature* 3, 1870, S. 22.

13. Huxley, Thomas Henry: „Preface“, in: *Collected Essays (1893–1894)*, Bd. 8: *Discourses, Biological and Geological* (Anglistica & Americana 65), Hildesheim; New York 1970, S. v–vi. Vgl. zu Huxley als Bildungsreformer Jarrell, Richard Adrian: „Visionary or Bureaucrat? T. H. Huxley, the Science and Art Department and Science teaching for the working class“, in: *Annals of Science* 55, 1998, bes. S. 236–239.

14. Lightman: *Victorian Popularizers*, S. ix, macht dabei auch auf den Warencharakter aufmerksam, den wissenschaftliche Erkenntnisse in ihrer Präsentation zunehmend gewannen. Vgl. auch Samida, Stefanie: „Inszenierte Wissenschaft“. Einführung in die Thematik“, in: *Inszenierte Wissenschaft. Zur Popularisierung von Wissen im 19. Jahrhundert* (Histoire 21), hg. von dies., Bielefeld 2011, S. 11–23, bes. 15f.

15. Lightman: *The Story of Nature*, S. 3. Vgl. auch Merrill, Lynn L.: *The Romance of Natural History*, New York; Oxford 1989; *Natural Eloquence. Women Reinscribe Science*, hg. von Barbara T. Gates; Ann B. Shteir, London; Madison 1997.

16. Osterhammel, Jürgen: *Die Verwandlung der Welt. Eine Geschichte des 19. Jahrhunderts*, München 2010, S. 1107.

Huxleys Vortrag „On the Method of Zadig: Retrospective Prophecies as a Function of Science“¹⁷ von 1880 stellt in diesem Sinne ein Musterbeispiel viktorianischer Wissenschaftsvermittlung dar. In ihm präsentierte Huxley seinem Publikum die Grundlagen wissenschaftlichen Forschens in der Form einer erzählten Wissenschaftstheorie.

2. Erzählte Wissenschaftstheorie: T. H. Huxleys „Methode des Zadig“

Thomas Huxley war fester Bestandteil des viktorianischen Wissenschaftsestablishments. Durch zahlreiche öffentliche Vorträge und publikumswirksam geführte Debatten hatte er sich einen Namen als wortstarker Verfechter einer naturalistischen Naturwissenschaft und Apologet der Darwin'schen Evolutionstheorie gemacht.¹⁸ Seine rhetorische Brillanz und Klarheit wurden von der viktorianischen Öffentlichkeit gefeiert. Mehr noch: Huxley war spätestens ab den 1870er Jahren eine der zentralen Figuren in der Propagierung eines szientistischen Weltbildes.¹⁹

Huxley war daher ein gern gesehener Gast am Working Men's College. Das College war 1854 unter der Ägide des Theologen Frederick D. Maurice (1805–1872) von Anhängern des Christian Socialist Movements mit dem Ziel gegründet worden, Handwerkern, Angestellten und Arbeitern eine breite liberale Bildung zu ermöglichen.²⁰ Bereits 1857 hatte Huxley dort einen Vortrag gehalten; seit 1868 war er zudem Rektor einer Zweigstelle des Colleges und blieb über die Jahre regelmäßiger Gastreferent.

Der Titel des hier untersuchten Vortrages von 1880 lautete „On the Method of Zadig. Retrospective Prophecy as a Function of Science“ – ein „seltsamer Titel“, wie ein späterer Rezensent anmerken würde.²¹ Huxley hatte sich vorgenommen, sein Publikum in die methodologischen Grundlagen der Wissenschaften einzuführen: Was tun Wissenschaftler, wenn sie ihrer Profession nachgehen? Huxleys Antwort auf die Frage war denkbar einfach: Wissenschaftler beobachten

17. Die Textgrundlage für die nachstehende Untersuchung ist Huxleys Gesammelten Essays entnommen: Huxley, Thomas Henry: „On the Method of Zadig. Retrospective Prophecies as a Function of Science“, in: *Collected Essays (1893–1894)*, Bd. 4: *Science and Hebrew Tradition* (Anglistica & Americana 65), Hildesheim; New York 1970, S. 1–23.

18. Jensen, Vernon J.: *Thomas Henry Huxley. Communicating for Science*, Newark; London; Toronto 1991, S. 15. Vgl. zu Huxleys Verhältnis zu Darwins Evolutionstheorie Bartholomew, Michael: „Huxley's Defense of Darwin“, in: *Annales of Science* 32, 1975, S. 525–535; Di Gregorio, Mario: „The Dinosaur Connection. A Reinterpretation of T. H. Huxley's Evolutionary View“, in: *Journal of the History of Biology* 15, 1982, S. 397–418; Lyons, Sherrie L.: „The Origins of T. H. Huxley's Saltationism: History in Darwin's Shadow“, in: *Journal of the History of Biology* 28, 1995, S. 463–494.

19. Lightman: *Victorian Popularizers*, S. 355–356; Blinderman, Charles S.: „Semantic Aspects of T. H. Huxley's Literary Style“, in: *Journal of Communication* 12, 1962, S. 171; Block, Edwin Jr.: „T. H. Huxley's Rhetoric and the Popularization of Victorian Scientific Ideas: 1854–1874“, in: *Victorian Studies* 29, 1986, S. 386.

20. Harrison, John Fletcher Clews: *A History of the Working Men's College 1854–1954* (Routledge Library Editions: History of Education 8), London 1954, ND Abingdon 2007, bes. S. 119–152.

21. Anonym: „Periodicals for June“, in: *Birmingham Daily Post*, 15. Juni 1880, S. 6.

und ziehen Schlüsse aus ihren Beobachtungen. Weil gleiche Ursachen immer gleiche Effekte zur Folge haben, könnten Wissenschaftler auf der Grundlage ausreichender Beobachtungen in die fernste Vergangenheit und Zukunft blicken. Sie rekonstruierten das Aussehen längst ausgestorbener Tiere und prognostizierten den Verlauf der Sterne und Planeten. Wissenschaft sei, so Huxley weiter, eine Form der Prophetie, die das Vergangene und Zukünftige, allgemeiner: das nicht Gegenwärtige, ins Bewusstsein der Menschen bringe.²² Sein Publikum lauschte, wie der bereits zitierte Rezensent in der „Birmingham Daily Post“ anmerkte, „with profound silence and much attention“.²³

Um diese Konzeption der Wissenschaft als beobachtungs-basierte Prophe- tie zu veranschaulichen, trug Huxley eine Anekdote aus Voltaires *conte oriental Zadig ou la Destinée* von 1748 vor. Die Erzählung schildert die Suche des titelge- benden Protagonisten nach einem glücklichen Leben. Im dritten Kapitel „Le chien et le cheval“ zieht sich Zadig nach zwei gescheiterten Ehen in ein Landhaus an den Ufern des Euphrat zurück, um „fortan sein Glück im Studium der Natur“ zu suchen. Er schult sein Auge und studiert „die Eigenschaften von Tieren und Pflanzen“.²⁴ Bald kann er „unzählige Verschiedenheiten da [erkennen], wo an- dere nichts als Gleichförmigkeit sahen.“²⁵ Während eines Spaziergangs trifft Za- dig auf die Eunuchen der Königin, die augenscheinlich nach etwas Wertvollem suchen. Auf die Frage des Obereunuchen, ob er den entlaufenen Hund der Köni- gin gesehen habe, entgegnet Zadig, es sei „eine Hündin und kein Hund“; ergän- zend fügt er hinzu: „eine ganz kleine spanische Wachtelhündin“, sie habe „vor kurzem geworfen, sie hinkt auf dem linken Vorderfuß und hat lange Ohren.“ Die Frage aber, ob er das teure Tier gesehen habe, verneint er. Wenig später wieder- holen sich die Ereignisse, nun ist es das Pferd des Königs, das gesucht wird. Er- neut beschreibt Zadig das Tier detailreich, versichert aber, es noch nie gesehen zu haben. Wie hatte Zadig von den Eigenarten und Besonderheiten der Tiere wis- sen können, ohne sie je gesehen zu haben? Vor Gericht – Zadig wird des Dieb- stahls der königlichen Haustiere beschuldigt – erläutert er, dass er während seines Spaziergangs verschiedene Spuren in der Natur beobachtet habe, die ihn zu diesen Schlussfolgerungen geführt hatten.²⁶

Zadig wird in Huxleys Vortrag zum Archetypen und mythischen Grün- dungsvater des wissenschaftlichen Denkens überhaupt: Die Methode der Wis- senschaft sei die „Methode des Zadig“.²⁷ In den folgenden vier theoretischen

22. Huxley: „On the Method of Zadig“, S. 10–12.

23. Anonym: „Periodicals for June“, in: *Birmingham Daily Post*, 15. Juni 1880, S. 6.

24. Voltaire, François-Marie Arouet: „Zadig oder Das Schicksal“, in: *Voltaire. Sämtliche Romane und Erzählungen*, 1. Bd., hg. von Victor Klemperer (Insel Taschenbuch 209), Leipzig 31981, S. 134.

25. Ebd., S. 135.

26. Ebd., S. 136f.

27. Huxley lernte die Anekdote aus Voltaires „Zadig ou la Destinée“ vermutlich vermittelt durch Georges Cuviers „Recherches sur les ossements fossiles“ (1812) kennen, die er vor oder wäh- rend einer Expedition auf der HMS Rattlesnake (1846–1850) studierte. In der Einleitung zu den „Recherches“ schließt Cuvier seine methodologischen Ausführungen zur Rekonstruktion ausgestorbener Lebewesen mit den Worten: „c’est une marque plus sûre que toutes celles de

Eckpunkten, anhand derer Huxley seinem Publikum seine Methode erklärt, rekurriert er immer wieder auf diese Anekdote aus Voltaires Erzählung – sie bildet den formalen Rahmen seines Vortrags und wird zum leitenden Narrativ des wissenschaftlichen Forschens.

Huxley präsentierte Wissenschaft, erstens, als ein trotz aller Professionalisierung, Spezialisierung und scharf geführter innerakademischer Debatten grundsätzlich einheitliches Projekt der Erkenntnisgewinnung. Die „Methode des Zadig“ sei, so Huxley, der fachübergreifende Grundkonsens aller Einzelwissenschaften: vergleichende Beobachtung und Schlussfolgerung.²⁸ Die „Methode des Zadig“ begründet somit die Einheit der Wissenschaft.

Wissenschaft sei, zweitens, keine theoretisch überfrachtete Erkenntnisweise ausgewählter Experten, sondern werde von jedem Menschen mehr oder weniger bewusst alltäglich angewendet: „In fact, Zadig’s method was nothing but the method of all mankind.“²⁹ Sie finde sich in erstaunlich elaborierter Form bereits in der archaischen Frühgeschichte der Menschheit. Die nomadisch lebenden Völker längst vergangener Zeiten konnten, so Huxley, aus „gebrochenen Zweigen, verwischten Kieselsteinen und für das ungeübte Auge kaum wahrnehmbaren Spuren [...] auf einen unlängst vorübergezogenen anderen Stamm schließen.“³⁰ In dieser Tradition, so Huxley, stehe auch die zeitgenössische Wissenschaft, die dieses Erbe nie abgelegt habe: Sie sei nichts anderes als „methodised savagery“³¹, „methodisierte Wildheit“. Was sie vom Alltagsdenken der Menschen abgrenze, sei allein, dass sie „Zadigs Logik rigoros auf die Ergebnisse akkurater Langzeitbeobachtungen anwendet.“³² Zwischen ihnen liege lediglich ein gradueller, nicht aber ein fundamentaler Unterschied. Das Fährtenlesen des ersten Menschen ist für Huxley der mythische Ursprung der zeitgenössischen Wissenschaft.³³

Hiermit griff Huxley eine im viktorianischen England bereits weitverbreitete und populäre Vorstellung von Wissenschaft als *common sense* auf. Sie sollte zuvorderst ein außerwissenschaftliches Publikum davon überzeugen, dass die Prinzipien wissenschaftlicher Erkenntnisse „eben nicht so abstrus oder schwierig [seien], als daß sie nicht von allen gemeistert werden könnten, die den Willen

Zadig“, siehe Cuvier, Georges: *Recherches sur les ossements fossiles ou l’on rétablit les caractères de plusieurs animaux dont les révolutions du globe ont détruit les espèces*, Bd. 1, Paris 1834, S. 185. Vgl. dazu auch Cohen, Claudine: *La Méthode de Zadig. La trace, le fossile, la preuve*, Paris 2011, S. 19–20.

28. Huxley nennt explizit zuvorderst die Geschichtswissenschaft, dann die Archäologie und Geologie sowie Astronomie und Paläontologie; vgl. Huxley: „On the Method of Zadig“, S. 9–12.

29. Ebd., S. 7.

30. Ebd., S. 8.

31. Ebd., S. 8.

32. Ebd., S. 9.

33. Vgl. Brantlinger, Patrick: „Introduction. Zadig’s Method Revisited“, in: *Energy & Entropy. Science and Culture in Victorian Britain*, hg. von dems., Bloomington; Indianapolis 1989, S. xv.

dazu haben.“³⁴ Durch den ostentativen Schulterschluss zwischen Wissenschaftlern und Laien sollten virulente Vorbehalte und Fremdheitsgefühle gegenüber einer oft als elitär empfundenen Wissenschaft abgebaut werden.³⁵

In Huxleys „Method of Zadig“ kommt damit, drittens, jedoch zugleich die gespannte Ambivalenz einer solchen populären Wissenschaftskonzeption zum Ausdruck. Sie ist zum einen Prophetie: Wissenschaft wird bei Huxley zur Offenbarung, der Wissenschaftler zum neuen Propheten, der eine außergewöhnliche Gabe besitzt.³⁶ Zum anderen solle sie aber so einfach wie verständlich sein, grundsätzlich jedem offenstehen und sich des gesunden Menschenverstandes bedienen. Sie erscheint gewöhnlich und allgemein und zugleich gebunden an exzeptionelle ‚prophetische‘ Geistesleistung.

Huxley zeigt keine Intentionen, diese Spannung von *common sense* und Prophetie aufzulösen; er lässt sie jedoch in den Hintergrund treten, indem er den Fokus seiner Ausführung durch die erneute Bezugnahme auf Voltaires Erzählung verschiebt. Mit der Erklärung seiner Methode vor Gericht ist Zadig, so erläutert Huxley, den religiösen Autoritäten Babylons auf die Füße getreten. Die babylonischen Magier, die am Königshof residieren, sehen in ihm eine Herausforderung ihrer über Jahrtausende tradierten und verfestigten Deutungshoheit und versuchen, sich seiner zu entledigen:

If his method was good for the divination of the course of events ten hours old, [...] might it not extend ten thousand years and justify the impious in meddling with the traditions of Oannes and the fish, and all the sacred foundations of Babylonian cosmogony?³⁷

Zadig wird unschuldig und wider Willen in einen Konflikt hineingezogen, der sich, so Huxley, notwendigerweise zwischen dem elitären theologischen Dogmatismus der Magier einerseits und Zadigs wissenschaftlichem Denken *avant la lettre* andererseits ergeben musste: ein Kampf von Gut gegen Böse, von Wissenschaft gegen Religion.³⁸ In Huxleys rhetorischer Strategie ist Voltaires Erzählung somit mehr als illustratives Beispiel; sie begründet die Einheit der Wissenschaft durch Abgrenzung und gewinnt gerade durch die Konstruktion scharfer Konfliktlinien an Kontur.

Die „Methode des Zadig“ wurde hierdurch, viertens, zum Instrument eines gesellschaftspolitischen Projekts, wie Huxley es in der Einleitung seiner Essaysammlung *Science and Hebrew Tradition* formulierte: „For those who look upon ignorance as one of the chief sources of evil; and hold veracity [...] to be the one condition of true progress [...] it is clear that the biblical idol must go the way

34. Vgl. Schwarz: *Der Schlüssel zur modernen Welt*, S. 199; Desmond, Adrian: *Huxley. From Devil's Disciple to Evolution's Highpriest*, Reading/Massachusetts 1997, S. 362.

35. Schwarz: *Der Schlüssel zur modernen Welt*, S. 202.

36. Vgl. Desmond: *Huxley*, S. 510.

37. Huxley: „On the Method of Zadig“, S. 7f.

38. Vgl. Gould, Stephen Jay: „Knight Takes Bishop“, in: *Natural History* 95, 1986, S. 33, der Huxleys Rhetorik prägnant als „Manichean view of science“ auffasst.

of all other idols. [...] Delenda est.”³⁹ Die methodischen Besonderheiten traten angesichts dieser gesellschaftlichen Aufgabe der Wissenschaft(en) in den Hintergrund; das praktische Know-how des Wissenschaftlers, welches das spannungsvolle Verhältnis von Prophetie und *common sense* überbrücken würde, wurde zur Detailfrage, die Huxley nicht thematisierte.

Thomas Huxley präsentierte seinem Publikum am Working Men's College eine popularisierte Wissenschaftstheorie, deren Grundlagen die vergleichende Beobachtung und rationale Schlussfolgerung darstellten. Wissenschaft folge auf diese Weise der „Methode der gesamten Menschheit“, die erstere nur rigoroser anwende.⁴⁰ Wie viele seiner Zeitgenossen verfolgte Huxley damit die rhetorische Strategie einer konzeptionellen Inklusion seiner Zuhörerschaft in den allgemeinen „quest of knowledge“,⁴¹ während eine tatsächliche Teilhabe, die ein konkretes methodologisches Wissen verlangt hätte, nicht angedacht war. Huxley, so lässt sich zusammenfassen, öffnete die Grenze zwischen Wissenschaft und außerakademischem Laientum in ideeller Hinsicht, um sie in praktischer jedoch zugleich wieder zu schließen. Der Rigorismus, den Huxley für wissenschaftliches Beobachten und Schlussfolgern beanspruchte, blieb bei Huxley ohne Erklärung. In dieser Auslassung zog Huxley eine subtile Demarkationslinie ein, die den Unterschied zwischen dem professionellen Wissenschaftler einerseits und dem interessierten Laien andererseits markierte: Zwar könne jeder beobachten und schlussfolgern, zum Propheten der Wissenschaft werde er deswegen jedoch nicht. Mittels dieser Strategie behauptete Huxley die Autorität des Wissenschaftlers in einer sich zugleich professionalisierenden und öffnenden Wissenschaftskultur. Das ‚arkane‘ methodologische Wissen des Wissenschaftlers – also die Methoden des ‚richtigen‘ Beobachtens und Schlussfolgerns, allgemeiner: das wissenschaftliche Verfahren – begründete die Wissenschaft als Profession und grenzte sie – trotz *common sense* – vom Laientum ab.

In formaler Hinsicht transformierte Huxley dabei wissenschaftstheoretische Lehrsätze in die Erzählung von Zadig, dem Hund und dem Pferd: Wissenschaftliche Praxis repräsentierte er in Form eines unterhaltsamen Narrativs des Forschens. Huxleys rhetorische Brillanz ist auch in der emblematischen Begriffsbildung der „Method of Zadig“ zu finden. In ihr verband sich Huxleys popularisierte Wissenschaftstheorie mit ebenjenem Narrativ; in der literarischen Figur Zadigs erwies sich die Methode als alltagstauglich und selbstevident. In ihrer Anschaulichkeit wurde sie zu einem attraktiven Topos mit Erinnerungswert, den sich andere Wissenschaftspopularisierer aneignen und in verschiedene popularisierende Diskurse importieren konnten. Das spannungsvolle Verhältnis von Prophetie und *common sense* blieb dabei bestehen. Wie die beiden folgenden Kapitel jedoch zeigen, blieb diese Ambivalenz nicht immer unausgesprochen.

39. Huxley, Thomas Henry: „Preface“, in: *Collected Essays (1893–1894)*, Bd. 4: *Science and Hebrew Tradition* (Anglistica & Americana 65), Hildesheim; New York 1970, S. x.

40. Huxley: „On the Method of Zadig“, S. 7.

41. Lightman: *The Story of Nature*, S. 3

3. Zirkulation und Rezeption: „The famous Method of Zadig“

Wenige Monate nachdem Huxley seinen Vortrag am Working Men's College gehalten hatte, erschien „On the Method of Zadig“ als Essay in der Juni-Ausgabe von *The Nineteenth Century*, einer renommierten und populären Zeitschrift mit, wie Walter Houghton schätzt, ca. 50 000 Lesern.⁴² Im Juli und August desselben Jahres folgte die nahezu gleichzeitige Veröffentlichung des Textes in drei US-amerikanischen Periodika.⁴³ Darüber hinaus publizierten mehrere Tageszeitungen, darunter die *New York Times* und die *Chicago Daily Tribune*, gekürzte Fassungen des Textes.⁴⁴ In den folgenden Jahren – 1881 und 1893 – veröffentlichte Huxley „On the Method of Zadig“ zudem in zwei Essaysammlungen, die jeweils mehrfach neu aufgelegt wurden. Huxleys Essay wurde in den 1880er und 1890er Jahren durch seine Publikation in verschiedenen Periodika, Zeitungen und Essaysammlungen einem breiten Publikum zugänglich. Er erreichte damit auch diejenigen Milieus und Akteure, die wiederum selbst an der populärwissenschaftlichen Wissensproduktion aktiv teilhaben konnten und deren Zeugnisse – anders als die der subalternen Zuhörer am Working Men's College – überliefert sind.

Doch Huxleys Essay erfuhr nach seiner Veröffentlichung zunächst nur wenig (nachweisbare) Aufmerksamkeit; lediglich einige mehr oder weniger wohlwollende Rezensionen erwähnten die „Method of Zadig“. Erst in den frühen 1890er Jahren veränderte sich dies. Wie ist diese verzögerte Rezeption zu erklären? Einen instruktiven Hinweis gibt der kurze Essay, den der schottische Mediziner Joseph Bell (1837–1911) im Jahr 1892 in *The Bookman* veröffentlichte: Er machte seine Leser auf die Ähnlichkeit zwischen der „Methode des Zadig“ und den Schlussfolgerungen einer anderen literarischen Figur aufmerksam, die sich am Ende des 19. Jahrhunderts (und auch darüber hinaus) außerordentlicher Beliebtheit erfreute – Sherlock Holmes: „There is nothing new under the sun. Voltaire taught us the Method of Zadig“.⁴⁵ Arthur Conan Doyle (1859–1930), der während seiner Studienzeit in Edinburgh mit Huxleys Schriften in Kontakt gekommen war, hatte, wie Bernard Lightman nahelegt, als begeisterter Leser von „The Nineteenth Century“ wohl auch „On the Method of Zadig“ studiert.⁴⁶ Die

42. Huxley, Thomas: „On the Method of Zadig. Retrospective Prophecy as a Function of Science“, in: *The Nineteenth Century. A Monthly Review* 40, 1880, S. 929–940. Die Veröffentlichung wurde bereits im Index der Januar-Ausgabe mit Titel angekündigt, Huxley hatte den Text allem Anschein nach also bereits Ende des Jahres 1879 fertiggestellt. Zu Leserzahlen: *The Wellesley Index to Victorian Periodicals 1824–1900*, Bd. 2: Tables of Contents and Identification of Contributors with Bibliographies of their Articles and Stories and an Index of Initials and Pseudonyms, hg. von Walter E. Houghton, Toronto 1972, S. 903.

43. *The Popular Science Monthly* 17, 1880, S. 467–478; *Library Magazine of Selected Foreign Literature* 4, 1880, S. 92–104; *The Eclectic Magazine of Foreign Literature, Science, and Art* 95, 1880, S. 144–151.

44. „Tracing back the Horse“, in: *New York Times*, 18. Juni 1880, S. 4; „The Method of Zadig. Having Eyes to See, and Using them. Conclusions from Observation, or Retrospective Prophecy“, in: *Chicago Daily Tribune*, 8. August 1880, S. 11.

45. Bell, Joseph: „The Adventures of Sherlock Holmes“, in: *The Bookman* 3, 1892, S. 79–81, bes. S. 79.

46. Lightman, Bernard: „Conan Doyle's Ideal Reasoner. The Case of the Reluctant Scientific Naturalist“, in: *Journal of Literature and Science* 7, 2014, S. 25f.

Assoziation mit Doyles Detektiverzählungen machte, so scheint es, Huxleys „Method of Zadig“ erneut attraktiv: Viktorianische und US-amerikanische Wissenschaftspublizisten und Popularisierer griffen Huxleys Topos verstärkt ab den 1890er Jahren wieder auf und setzten dabei nicht selten Sherlock und Zadig als Brüder im Geiste nebeneinander. Durch die diskursive Verknüpfung der Figuren Zadig und Sherlock Holmes wurde der Wissenschaftler zum Detektiv.⁴⁷

In einer Vielzahl von populären Monographien, Zeitschriften- und Zeitungsartikeln sowie Leserbriefen mit großer thematischer Bandbreite findet sich Zadigs und Sherlock Holmes' Beobachtungsgabe fortan als Paradigma wissenschaftlicher Praxis.⁴⁸ So findet die „Methode des Zadig“ Erwähnung im Rahmen paläontologischer Studien und Überblicksdarstellungen,⁴⁹ sie wurde mit archäologischen Ausgrabungen und der ärztlichen Praxis in Verbindung gebracht⁵⁰ sowie in Texten zu astronomischen Beobachtungen zitiert.⁵¹ Auch die Philosophin Victoria Welby (1837–1912) verwies auf sie, ebenso wie Theologen und Bibelexegeten.⁵²

Im Jahr 1900 machte der angesehene Herzspezialist und spätere königliche Hofarzt George William Balfour (1823–1903) den Topos zum Titel seiner Rede „On the Method of Zadig in the Advancement of Medicine“. Für die Bedeutung der „Methode des Zadig“ für die Medizin konstatierte er: „But it is in connection with medicine [...] that the method of Zadig has obtained its greatest triumphs in modern times.“⁵³ Erst durch ihre rigorose Anwendung habe die Medizin, wie er am Ende seines Vortrages betont, „its most romantic and yet its most scientific development“ erreicht.⁵⁴ Anders als Huxley kam Balfour nicht umhin zu betonen, dass sich die Medizin weiterer spezialisierter Methoden und Techniken bediene; doch wird auch bei ihm derjenige auf *common sense* basierende Wissenschaftsbegriff greifbar, den Huxley in „On the Method of Zadig“ präsentiert hatte: Eine wissenschaftliche Medizin beruhe auf vergleichender Beobachtung und allgemein nachvollziehbarer Schlussfolgerung. Mit dem Rückgriff auf

47. Vgl. hierzu Ginzburg, Carlo: „Morelli, Freud and Sherlock Holmes. Clues and Scientific Method“, in: *History Workshop* 9, 1980, S. 5–36.

48. Im Rahmen der Quellenrecherche, die diesem Beitrag zu Grunde liegt, konnte für den Zeitraum von 1880 bis 1910 einen Korpus von ca. 50 Texten unterschiedlicher Genres zusammengestellt werden, die Huxleys Vortrag zitieren. Der vorliegende Beitrag stellt nur einige wenige Textauszüge exemplarisch vor.

49. Exemplarisch sei hier genannt Bonavia, Emanuel: *Studies in the Evolution of Animals*, Westminster 1895; Osborne, Henry Fairfield: *The Age of Mammals in Europe, Asia and North America*, New York 1910.

50. Anonym: „The Excavations at St. Andrews“, in: *The Times*, 17. April 1895, S. 6. Zur medizinischen Rezeption siehe bes. Brunton, Thomas Lauder: „An Address on the Method of Zadig in Medicine“, in: *The British Medical Journal*, 2. Januar 1892, S. 5–9; Balfour, George: „On the Method of Zadig in the Advancement of Medicine“, in: *Edinburgh Medical Journal* 7, 1900, S. 209–230.

51. Hewetson, Henry Bendelack, „A Remarkable Meteoric Display. To the Editors of the Leeds Mercury“, in: *The Leeds Mercury*, 6. Mai 1882, S. 5.

52. Welby-Gregory, Victoria: *Links and Clues*, London 1883, S. 251f. Für die theologische Rezeption vgl. exemplarisch Anonym: „Reviews. Extra Canonical Scriptures“, in: *The Academy* 1317, 1897, S. 83.

53. Balfour: On the Method of Zadig, S. 213.

54. Ebd., S. 230.

die „Methode des Zadig“ präsentierte Balfour die Medizin als eine rationale und verständliche, erfolgreiche und daher vertrauenswürdige Praxis. Vergleichbar zu Huxleys Absichten mit „On the Method of Zadig“ suchte sie sich damit von alternativen Heilangeboten wie Homöopathie, Mesmerismus und Spiritualismus publikumswirksam abzugrenzen.⁵⁵

Auch in Huxleys eigenem Fachgebiet, der Paläontologie, wurde der Topos zu einem wiederkehrenden Bezugspunkt, um die paläontologische Methode zu umschreiben. So wird sie beispielsweise in der Einleitung zu Emanuel Bonavias (1826–1908) Studienbuch *Studies in the Evolution of Animals* von 1895 und in Henry F. Osborns reich illustriertem *The Age of Mammals* (1910) als Definition der paläontologischen Methode vorgestellt.⁵⁶ Die anti-klerikale Schlagrichtung, wie sie Huxley intendiert hatte, griffen die beiden Autoren jedoch nicht auf: Der inquisitorische Furor der babylonischen Magier wird mit keinem Wort erwähnt. Huxleys „Methode des Zadig“ brachte Wissenschaft auf einen allgemein verständlichen Begriff, ohne dass ihr eine gesellschaftspolitische Agenda aufgetragen werden musste.

Ein letztes Beispiel kann als Indikator für den hohen Bekanntheitsgrad aufgefasst werden, den die „Method of Zadig“ in der Mitte der 1890er Jahre erlangt hatte. Als ein Berichterstatter der Londoner „Times“ im Jahr 1895 aus dem schottischen St. Andrews von den dortigen archäologischen Ausgrabungen berichtete, schrieb er lapidar: „Pursuing something like the famous method of Zadig, Lord Bute has filled in the missing pillars and stones.“⁵⁷ Die Methode des Zadig bedurfte keiner Erklärung mehr. Sie ist als *catch phrase* an die Stelle wissenschaftlichen Forschens getreten.

4. Aushandlung und Kritik: „Kindergarten Science“

Motiviert durch den Erfolg der „Method of Zadig“ begannen Wissenschaftler bald den spezifischen Zweck des Huxley'schen Topos für die Verbreitung wissenschaftlichen Wissens zu diskutieren. Hand in Hand ging dies mit einer Debatte über die Frage, ob sie für die populäre Repräsentation von wissenschaftlicher Forschung überhaupt adäquat sei.

Bereits 1885 hatte Lyon Playfair (1818–1898), der Präsident der British Science Association, in einem Vortrag auf ihre didaktischen Qualitäten aufmerksam gemacht: Sie habe dem Schulunterricht eine „via moderna“⁵⁸ in der Vermittlung naturwissenschaftlichen Wissens gewiesen. John Ferguson zog 1895 dieselben Schlüsse: „Only by practice can the child be brought to recognize that many shades of color, the divergence of angles, the approximate lengths of objects, or the rapidity of motion in a passing object. The method of Zadig could be

55. Vgl. Weatherall, Mark W.: „Making Medicine Scientific. Empiricism, Rationality, and Quackery in mid-Victorian Britain“, in: *Social History of Medicine* 9, 1996, S. 175–194, bes. 176–180.

56. Bonavia: *Studies in the Evolution of Animals*, S. xxxiii.; Osborn: *The Age of Mammals*, S. 23f.

57. Anonym: „The Excavations at St. Andrews“, in: *The Times*, 17. April 1895, S. 6.

58. Playfair, Lyon: „The Relation of Science to the Public Weal“, in: *Popular Science Monthly* 28, 1885, S. 44.

made use of in endless variety.”⁵⁹ Die „Methode des Zadig“ wurde bei Playfair und Ferguson zum Modell für einen zeitgemäßen Schulunterricht.

Doch kritische Stimmen mehrten sich ab der Mitte der 1890er Jahre. Der US-amerikanische Ichthyologe Theodore Gill (1837–1914) kritisierte 1895 in *Science* (vermutlich als erster) die wissenschaftstheoretische Einfalt der „Methode des Zadig“: „Zadig would have been completely nonplussed if he could have seen the imprint of an Agriochoerid, [...] or a Menodontid.“⁶⁰ Der Paläontologe Charles R. Eastman (1868–1918) schloss sich ihm 1904 in seiner Kritik an den „over-popularizers“ an, die Wissenschaft im „baby talk“ vermittelten und sie zur „Kindergarten Science“ degradierten.⁶¹ Die „Methode des Zadig“ entspreche nicht den „needs of readers of Science.“⁶²

In diesen Beiträgen wird ein Aushandlungsprozess über die Frage greifbar, wie wissenschaftliche Methodenlehre überhaupt angemessen transformiert und popularisiert werden könne. Als bestimmende Konfliktlinie zeichnete sich dabei das Spannungsfeld zwischen notwendiger und unzulässiger Vereinfachung ab. In Opposition zu Huxley argumentierten Theodor Gill und Charles Eastman dafür, dass die „Methode des Zadig“ die Praxis von Wissenschaftlern nicht adäquat beschreibe. Eastman sprach gar von schädlichen „ludicrous incongruencies“.⁶³ Stattdessen forderten Gill und Eastman bessere Erklärungsmodelle ein und gaben die Maxime vor: „When a student reaches the point where he may be expected to dig for himself, let us put a spade into his hand, taking care, however, to call it a spade, and not a toy for making mud-pies.“⁶⁴ Sie bezogen somit auch hinsichtlich der relativen Offenheit von Wissenschaft Position: Zumindest für bestimmte Adressatenkreise – hier die Leser von *Science* – sei die rein ideelle Integration des Laien, wie sie die „Methode des Zadig“ eröffnete, nicht ausreichend. Praktizierende Wissenschaftler sollten, so ihr Plädoyer, ihrem interessierten außerakademischen Publikum wirkliche Werkzeuge der Forschung an die Hand geben. Mit anderen Worten: Wissenschaft müsse sich weiter öffnen, jedoch ohne die ihr eigene Komplexität zu kaschieren. Der Popularität der „Method of Zadig“ taten diese kritischen Einwände jedoch keinen Abbruch; sie blieb als Topos ein für viele Autoren probates Mittel, wissenschaftliches Forschen zu erklären.

5. Schlussbetrachtung

Der vorliegende Beitrag ist anhand einer Fallstudie zur „Methode des Zadig“ der Frage nachgegangen, wie am Ende des 19. Jahrhunderts in England und den USA wissenschaftstheoretische Vorstellungen popularisiert wurden. Thomas Huxleys Vortrag „On the Method of Zadig“ von 1880 war dabei der Ausgangspunkt für die

59. Ferguson, John: „The Nervous System, and its Relation to Education“, in: *The Popular Science Monthly* 47, 1895, S. 537.

60. Gill, Theodore: „Balm for Wounded Authors and Proof-Readers“, in: *Science* 2, 1895, S. 106.

61. Eastman, Charles Rochester: „Kindergarten Science“, in: *Science* 20, 1904, S. 85.

62. Ebd., S. 86.

63. Ebd., S. 85.

64. Ebd., S. 86.

Rekonstruktion einer Rezeptions- und Verbreitungsgeschichte, die zeigt, dass Huxleys Begriffsschöpfung „Method of Zadig“ zu einem emblematischen Topos in der populärwissenschaftlichen Literatur bis zur Jahrhundertwende wurde. Attraktiv war sie vor allem aufgrund ihrer narrativen Gestaltung, war es doch gerade ihre Form, die eine anschauliche und verständliche Erklärung wissenschaftlichen Forschens ermöglichte: Als ‚Narrativ des Forschens‘ trug sie so zur Herausbildung einer populären Wissenschaftstheorie bei, in der sich Wissenschaft mit literarischen Elementen – Zadig und Sherlock Holmes – anreichte und an Alltagserfahrungen und ‚gesunden Menschenverstand‘ anknüpfte. Gleichwohl blieb das tatsächliche methodische Know-how sowohl in Huxleys Vortrag als auch in den meisten Aufsätzen, Monographien und Reden, die auf ihn verwiesen, unerklärt. Die „Methode des Zadig“ propagierte eine Teilhabe an der Wissenschaft lediglich in ideeller Hinsicht. Wie bereits Huxleys Zeitgenossen (allerdings erst nach seinem Tod) kritisierten, ermöglichte sie kein eigenständiges Forschen. Die „Methode des Zadig“ schloss den Laien aus der tatsächlichen wissenschaftlichen Praxis aus. Ihre in diesem Beitrag kursorisch rekonstruierte Geschichte ist somit zugleich die Geschichte eines Aushandlungs- und Abgrenzungsprozesses, in dem die Offenheit von Wissenschaft gegenüber der Gesellschaft justiert und Wissenschaft über das Verhältnis von Innen und Außen definiert wurde. Gerade in ihrem Streben nach Popularisierung vollzogen Autoren wie Thomas Huxley eine Grenzziehung zwischen professioneller Wissenschaft und einem außerakademischen Laientum. Die Geschichte der „Methode des Zadig“ macht somit exemplarisch auf den spannungsvollen Zusammenhang und die Wechselwirkungen von Professionalisierung und Popularisierung, von institutioneller und diskursiver Abgrenzung einerseits und gesellschaftlicher Öffnung andererseits aufmerksam.

Quellenverzeichnis

- Anonym: „The Excavations at St. Andrews“, in: *The Times*, 17. April 1895, S. 6.
- Anonym: „Reviews. Extra Canonical Scriptures“, in: *The Academy* 1317, 1897, S. 83.
- Anonym: „Periodicals for June“, in: *Birmingham Daily Post*, 15. Juni 1880, S. 6.
- Anonym: „Science and the Working Classes“, in: *Nature* 3, 1870, S. 21–22.
- Balfour, George: „On the Method of Zadig in the Advancement of Medicine“, in: *Edinburgh Medical Journal* 7, 1900, S. 209–230.
- Bell, Joseph: „The Adventures of Sherlock Holmes“, in: *The Bookman* 3, 1892, S. 79–81.
- Bonavia, Emanuel: *Studies in the Evolution of Animals*, Westminster 1895.
- Brunton, Thomas Lauder: „An Address on the Method of Zadig in Medicine“, in: *The British Medical Journal*, 2. Januar 1892, S. 5–9.
- Cuvier, Georges: *Recherches sur les ossemens fossiles ou l'on rétablit les caractères de plusieurs animaux dont les révolutions du globe ont détruit les espèces*, Bd. 1, Paris 1834.
- Eastman, Charles Rochester: „Kindergarten Science“, in: *Science* 20, 1904, S. 85f.
- Ferguson, John: „The Nervous System, and its Relation to Education“, in: *The Popular Science Monthly* 47, 1895, S. 528–538.
- Gill, Theodore: „Balm for Wounded Authors and Proof-Readers“, in: *Science* 2, 1895, S. 105–107.
- Hewetson, Henry Bendelack: „A Remarkable Meteoric Display. To the Editors of the Leeds Mercury“, in: *The Leeds Mercury*, 6. Mai 1882, S. 5.
- Huxley, Thomas Henry: „On the Method of Zadig. Retrospective Prophecies as a Function of Science“, in: *Collected Essays (1893–1894)*, Bd. 4: *Science and Hebrew Tradition* (Anglistica & Americana 65), Hildesheim; New York 1970, S. 1–23.
- Huxley, Thomas Henry: „Preface“, in: *Collected Essays (1893–1894)*, Bd. 4: *Science and Hebrew Tradition* (Anglistica & Americana 65), Hildesheim; New York 1970, S. v–xi.
- Huxley, Thomas Henry: „Preface“, in: *Collected Essays (1893–1894)*, Bd. 8: *Discourses, Biological and Geological* (Anglistica & Americana 65), Hildesheim; New York 1970, S. iii–xi.
- Osborne, Henry Fairfield: *The Age of Mammals in Europe, Asia and North America*, New York 1910.
- Playfair, Lyon: „The Relation of Science to the Public Weal“, in: *Popular Science Monthly* 28, 1885, S. 37–51.

Welby-Gregory, Victoria: *Links and Clues*, London 1883.

Literaturverzeichnis

Allen, David Elliston: *The Naturalist in Britain. A Social History*, London 1976.

Bartholomew, Michael: „Huxley’s Defense of Darwin“, in: *Annales of Science* 32, 1975, S. 525–535.

Barton, Ruth: *The X Club. Science, Religion, and Social Change in Victorian England*, Diss. masch. Philadelphia 1967.

Beer, Gillian: *Darwin’s Plots. Evolutionary Narrative in Darwin, George Eliot and Nineteenth-Century Fiction*, Cambridge; NewYork; Melbourne 2009.

Blinderman, Charles S.: „Semantic Aspects of T. H. Huxley’s Literary Style“, in: *Journal of Communication* 12, 1962, S. 171–178.

Block, Edwin Jr.: „T. H. Huxley’s Rhetoric and the Popularization of Victorian Scientific Ideas: 1854–1874“, in: *Victorian Studies* 29, 1986, S. 363–386.

Brantlinger, Patrick: „Introduction. Zadig’s Method Revisited“, in: *Energy & Entropy. Science and Culture in Victorian Britain*, hg. von dems., Bloomington; Indianapolis 1989, S. iv–xxii.

Brock, Claire: „Introduction“, in: *Victorian Science and Literature*, Bd. 5: New Audiences for Science. Women, Children, Labourers, hg. von ders., London 2012, S. IX–XXII.

Cloître, Michel; Shinn, Terry: „Expository Practice. Social, Cognitive and Epistemological Linkage“, in: *Expository Science. Forms and Functions of Popularisation*, hg. von Terry Shinn; Richard Whitely (Sociology of Science 9), Dordrecht; Boston; Lancaster 1985, S. 31–60.

Cohen, Claudine: *La Méthode de Zadig. La trace, le fossile, la preuve*, Paris 2011.

Daum, Andreas: *Wissenschaftspopularisierung im 19. Jahrhundert. Bürgerliche Kultur, naturwissenschaftliche Bildung und die deutsche Öffentlichkeit, 1848–1914*, München 1998.

Desmond: *Huxley. From Devil’s Disciple to Evolution’s Highpriest*, Reading/Massachusetts 1997.

Desmond, Adrian: „Redefining the X Axis. ‘Professionals’, ‘Amateurs’ and the Making of Mid-Victorian Biology“, in: *Journal of the History of Biology* 34, 2001, S. 3–50.

Di Gregorio, Mario: „The Dinosaur Connection. A Reinterpretation of T. H. Huxley’s Evolutionary View“, in: *Journal of the History of Biology* 15, 1982, S. 397–418.

Ginzburg, Carlo: „Morelli, Freud and Sherlock Holmes. Clues and Scientific Method“, in: *History Workshop* 9, 1980, S. 5–36.

Gould, Stephen Jay: „Knight Takes Bishop“, in: *Natural History* 95, 1986, S. 18–33.

Harrison, John Fletcher Clews: *A History of the Working Men's College 1854–1954* (Routledge Library Editions: History of Education 8), London 1954, ND Abingdon 2007.

Houghton, Walter E. (Hg.): *The Wellesley Index to Victorian Periodicals 1824–1900*, Bd. 2: Tables of Contents and Identification of Contributors with Bibliographies of their Articles and Stories and an Index of Initials and Pseudonyms, Toronto 1972.

Jarrell, Richard Adrian: „Visionary or Bureaucrat? T. H. Huxley, the Science and Art Department and Science teaching for the working class“, in: *Annals of Science* 55, 1998, S. 219–240.

Jensen, Vernon J.: Thomas Henry Huxley. *Communicating for Science*, Newark; London; Toronto 1991.

Kühne, Ulrich: „Wissenschaftstheorie“, in: *Enzyklopädie Philosophie*, Bd. 2, Hamburg 1999, S. 1778–1791.

Lightman, Bernard: „The Story of Nature. Victorian Popularizers and Scientific Narrative“, in: *Victorian Review* 25, 2000, S. 1–29.

Lightman, Bernard: *Victorian Popularizers of Science. Designing Nature for New Audiences*, Chicago; London 2007.

Lightman, Bernard: „Conan Doyle's Ideal Reasoner. The Case of the Reluctant Scientific Naturalist“, in: *Journal of Literature and Science* 7, 2014, S. 19–36.

Lyons, Sherrie L.: „The Origins of T. H. Huxley's Saltationism: History in Darwin's Shadow“, in: *Journal of the History of Biology* 28, 1995, S. 463–494.

McLaughlin-Jenkins, Erin: *Common Knowledge. The Victorian Working Class and the Low Road to Science, 1870–1900*, Diss. masch. North York/Ontario 2001

Merrill, Lynn L.: *The Romance of Natural History*, New York; Oxford 1989.

Natural Eloquence. *Women reinscribe Science*, hg. von Barbara T. Gates; Ann B. Shteir, London; Madison 1997.

Osterhammel, Jürgen: *Die Verwandlung der Welt. Eine Geschichte des 19. Jahrhunderts*, München 2010.

Samida, Stefanie: „Inszenierte Wissenschaft'. Einführung in die Thematik“, in: *Inszenierte Wissenschaft. Zur Popularisierung von Wissen im 19. Jahrhundert* (Histoire 21), hg. von Stefanie Samida, Bielefeld 2011, S. 11–23.

Schwarz, Angela.: *Der Schlüssel zur modernen Welt. Wissenschaftspopularisierung in Großbritannien und Deutschland im Übergang zur Moderne (ca. 1870–1914)* (VSWG Beihefte 153), Stuttgart 1999.

Schwarz, Angela: „Bilden, überzeugen, unterhalten: Wissenschaftspopularisierung und Wissenskultur im 19. Jahrhundert“, in: *Wissenspopularisierung. Konzepte der Wissensverbreitung im Wandel*, hg. von Carsten Kretschmann (Wissenskultur und gesellschaftlicher Wandel 4), Berlin 2003.

Secord, James Andrew: *Victorian Sensation. The Extraordinary Publication, Reception, and Secret Authorship of Vestiges of the Natural History of Creation*, Chicago; London 2000.

St. Clair, William: *The Reading Nation in the Romantic Period*, Cambridge 2004.

Voltaire, François-Marie Arouet: „Zadig oder Das Schicksal“, in: *Voltaire. Sämtliche Romane und Erzählungen*, 1. Bd., hg. von Victor Klemperer (Insel Taschenbuch 209), Leipzig 1981.

Weatherall, Mark W.: „Making Medicine Scientific. Empiricism, Rationality, and Quackery in mid-Victorian Britain“, in: *Social History of Medicine* 9, 1996, S. 175–194.

„Herrliche, liebliche und fürtreffliche Nutzbarkeit.“ Vermittlung von praktischem Wissen durch Franz Ritters Astrolabium- Traktat von 1613

Agnes Bauer

1. Hinführung zum Thema

Wissenspopularisierung ist ein Thema mit langer Tradition und könnte dennoch nicht aktueller sein.¹ Um Beispiele zu finden, muss man in unserer Gesellschaft nicht lange suchen. Mit dem Internet scheint der Traum vom überall für alle zugänglichen, kostenlosen Wissen inzwischen wahr geworden zu sein. Wissen ist populär, vor allem wissenschaftlich fundiertes Wissen, welches Erklärungsmodelle für Naturphänomene zu liefern verspricht. Es stellt sich die Frage, ob auch andere Wissensformen popularisiert werden können (und wurden), so zum Beispiel anwendungsbezogenes oder allgemeiner ausgedrückt „praktisches“ Wissen. Dieser Frage gehe ich an einem exemplarischen Fall von Wissensvermittlung nach.² Es handelt sich dabei um das Astrolab-Traktat des Mathematikers Franz Ritter, welcher in der Nähe von Nürnberg wirkte und 1613 das genannte Traktat in deutscher Sprache schrieb, um einerseits über die Konstruktion und andererseits die Anwendung des Astrolabs aufzuklären.

Meine Fragestellung gliedert sich dabei in drei Teilfragen, wobei die Struktur des Artikels einer klassischen Quellenkritik folgt und nicht die genannten Fragen widerspiegelt:

- (1) Betreibt der Autor mit diesem Vermittlungsprozess Wissenspopularisierung?
- (2) Welche Nutzer_innengruppen werden imaginiert?
- (3) Welche Vorstellungen von praktischem Wissen werden impliziert?

Es ist wichtig, sich vor Augen zu halten, dass in diesem Fall aufgrund der vorliegenden Quelle nur eine Perspektive sicher untersucht werden kann: die des Autors. Über die tatsächlichen Nutzer_innen lassen sich bestenfalls vage Vermu-

1. Vgl. Daum, Andreas W.: „Varieties of Popular Science and the Transformations of Public Knowledge. Some Historical Reflections“, in: *Isis* 100 (2009) 2. S. 319–332. Hier: S. 322.

2. Der Artikel basiert auf meiner im Sommer 2015 abgeschlossenen Bachelor-Arbeit an der TU Berlin.

tungen anstellen. Weiterhin werde ich den Terminus „Wissenschaft“ oder „wissenschaftlich“ im Zusammenhang mit Wissen vermeiden und, wo es nicht anders geht, problematisieren (s. Kapitel 3.3). Vielmehr werde ich die Begriffe „praktisches“ und „theoretisches“ Wissen als Analysebegriffe verwenden; zum einen, um Anachronismen aus dem Weg zu gehen, zum anderen, weil mir kein abschließendes Modell vorlag, welches den Zusammenhang zwischen wissenschaftlichem, praktischem und theoretischem Wissen erklärt.

Der Fall ordnet sich disziplinär an der Schnittstelle zwischen Wissenschafts- und Technikgeschichte ein und bewegt sich zeitlich in der frühen Neuzeit, da damals praktische Tätigkeiten (z.B. das Handwerk) einen noch größeren Beitrag zur Wissensproduktion versprachen als in den Jahrhunderten danach. Die räumliche Einordnung ergibt sich aus Ritters Tätigkeitsfeld, welches sich hauptsächlich auf die süddeutsche Region konzentriert. Wichtig dabei ist, dass er und andere Gelehrte zu dieser Zeit und in dieser Region Publikationen in deutscher Sprache verfassten.

Der Aufbau meiner Ausführungen gliedert sich in einen theoretischen Teil, einen zum historischen Kontext, eine Quellenkritik und einen Abgleich kombiniert mit der Schlussfolgerung. Ich werde die Teilfragen in umgekehrter Reihenfolge beantworten: In der Schlussfolgerung gehe ich zuerst auf die Art des Wissens und die angesprochenen Nutzer_innen ein. Die Frage zur Popularisierung behandle ich als letztes.

2. Theoretische Basis

2.1 Wissenspopularisierung

Kretschmann beschreibt das traditionelle Verständnis von Wissensvermittlung als relativ statisches Zwei-Phasen-Modell: (Wissenschaftliches) Wissen wird in einem kleinen Expert_innenkreis generiert und danach in vereinfachter Form an eine anonyme Öffentlichkeit weitergegeben, ohne dass es zu einem Rückkopplungseffekt gekommen wäre.³ Seit den 1970er Jahren neigt die Forschung jedoch dazu, die Wissenspopularisierung als interaktionistischen Vorgang zu betrachten, in dem sowohl Wissensproduzent_innen sowie Rezipient_innen Einfluss haben.⁴

3. Kretschmann, Carsten: „Einleitung: Wissenspopularisierung – ein altes, neues Forschungsfeld“, in: ders. (Hrsg.): *Wissenspopularisierung. Konzepte der Wissensverbreitung im Wandel*. Berlin 2003. S. 7–23. Hier: S. 9.

4. Ebd. S. 9. Kretschmann bezieht sich hierbei auf Richard Whitley und Terry Shinn (Shinn, Terry; Whitley, Richard (Hrsg.): *Expository Science: Forms and Functions of Popularisation*. Dordrecht 1985.) Eine Auseinandersetzung mit Wissen aus soziologischer Perspektive ist: Böschen, Stefan; Schulz-Schaeffer, Ingo (Hrsg.): *Wissenschaft in der Wissensgesellschaft*. Wiesbaden 2003. Dem mittelalterlichen Verständnis von Wissen widmet sich Kintzinger, Martin: *Wissen wird Macht. Bildung im Mittelalter*. Stuttgart 2003. In einem technik- und wissenschaftshistorischen Rahmen beschäftigt sich Sonja Petersen mit Wissen anhand der Klavierbau-Industrie (Peterson, Sonja: *Vom ‚Schwachstarkasten‘ und seinen Fabri-*

Kretschmann kritisiert den Fokus bisheriger Popularisierungsforschung auf wissenschaftliches Wissen und auf den zeitlichen und lokalen Rahmen (ab dem 18. Jahrhundert, vorwiegend England) und macht darauf aufmerksam, dass Popularisierung im 18. Jahrhundert nicht per se Naturwissenschaften betraf, sondern Philosophie und Literatur.⁵ Er schlägt fünf Kriterien für den Prozess der Wissenspopularisierung vor. Ich werde sie für meine Fallanalyse nutzen, um zu sehen, ob sie sich in Ritters Traktat spiegeln. Im Verlaufe des Artikels werde ich von diesen als ‚Popularisierungskriterien‘ sprechen:

- 1) Zwischen Produzent_innen und Rezipient_innen von Wissen besteht ein deutliches Wissensgefälle.
- 2) Zahlenmäßig gibt es weniger Produzent_innen denn Rezipient_innen von Wissen.
- 3) Die Gruppe der Rezipient_innen muss so groß sein, dass sie der Öffentlichkeit oder dem „populus“⁶ zugerechnet werden kann.
- 4) Es muss klar erkennbar sein, dass die Wissensvermittlung absichtlich geschieht.
- 5) Die Medien zur Wissenspopularisierung sind breitenwirksam und haben „einen multiplizierenden Effekt“.⁷

Im weiteren Verlauf des Artikels wird zu sehen sein, inwieweit diese Kriterien auf Ritters Astrolabium-Traktat zutreffen. Damit lässt sich klären, ob es sich hier um einen Vorgang der Wissenspopularisierung handelt.

2.2 Praktisches Wissen

Verschiedene Disziplinen haben sich mit der Thematik von praktischem Wissen befasst, ob nun Philosophie, Sozialwissenschaften oder Psychologie. Stellvertretend sei Gilbert Ryles Unterscheidung des „Wissen(s), wie“ und „Wissen(s), dass“ in der Philosophie genannt, wobei ersteres „einem intelligenten Können gleichkommt, bestimmte Handlungen oder Vollzüge auf erfolgreiche Weise durchzuführen.“⁸

Allen Zugängen gemeinsam ist ein dualistisches Denken: praktisch vs. theoretisch;⁹ ‚Wissen, wie‘ vs. ‚Wissen, dass‘;¹⁰ implizit vs. explizit;¹¹ prozedurales

kanten. *Wissensräume im Klavierbau 1830–1930*. Münster 2011.) Im September 2015 thematisierte außerdem die Tagung der DGMNT „Praktisches Wissen“.

5. Kretschmann, *Wissenspopularisierung*, S. 13.

6. Ebd. S. 14.

7. Ebd. S. 14.

8. Gil, Thomas: *Die Praxis des Wissens*. Saarbrücken 2006. S. 15f.

9. Vgl. Horst, David: „Handlungen, Absichten und praktisches Wissen“, in: *DZPhil* 61 (2013) 3. S. 373–386. Hier: S. 373.

10. Vgl. Gil, *Praxis*, S. 15f.

11. Reinmann-Rothmeier, Gabi; Mandl, Heinz: „Wissen“, in: *Spektrum des Wissens*. Heidelberg 2000. <https://www.spektrum.de/lexikon/psychologie/wissen/16892> [letzter Zugriff: 31 Mai 2018].

vs. deklaratives Wissen¹². Für die Arbeit erscheinen mir folgende Kriterien sinnvoll, um praktisches Wissen zu umreißen. Ich habe sie aus der mir vorliegenden Literatur selbst zusammengestellt. Um sie nicht mit den zuerst genannten fünf Popularisierungskriterien zu verwechseln, nenne ich diese hier ‚Kriterien des praktischen Wissens‘:

- 1) Der Auslöser, praktisches Wissen anzuwenden, ist die Feststellung eines zu behebenden Problems.¹³
- 2) Zur Lösung dieses Problems wird auf bereits vorhandene Erfahrung zurückgegriffen; eine theoretisch fundierte Herangehensweise ist nicht per se nötig, was aber nicht heißen soll, dass keine Reflexion stattfindet. Flexible Neuausrichtung bei Fehlschlägen oder unvorhergesehenen Situationen ist charakteristisch.¹⁴
- 3) Involviert die Problemlösung geübte Bewegungen, geschulte Sinne oder sonst irgendeine körpergebundene Fähigkeit, lässt sich dieser Vorgang oft nur schwer in Worte fassen.¹⁵
- 4) Praktisches Wissen ist oft kein standardisiertes Wissen, sondern den lokalen Begebenheiten angepasst;¹⁶ außerdem beinhaltet es einen gewissen kreativen Umgang, der ad-hoc-Lösungen und Fall-zu-Fall-Entscheidungen möglich macht.¹⁷

Da bisher meines Wissens keine systematische, wissenschaftsgeschichtliche Definition von praktischem Wissen existiert, werde ich mich auf die genannten vier Kriterien stützen und versuchen, Ritters Wissensbegriff zu charakterisieren.

3. Historischer Kontext

3.1 Beschreibung des Astrolabs

Ein Astrolabium besteht in der Regel aus einer kreisrunden Grundplatte (Mater), die aus Messing oder aber auch aus Holz und Papier gefertigt sein kann. Der Rand der Mater ist ein wenig erhöht, und in der Vertiefung liegen eine oder mehrere Platten (Tympana), auf welche je nach Breitengrad sowohl Azimuth- und Almucantarlinien (also die Breiten- und Längengrade des Himmelsgewölbes) in ste-

12. Reinmann-Rothmeier, Gabi; Mandl, Heinz: „Deklaratives Wissen“, in: *Spektrum des Wissens*. Heidelberg 2000. <https://www.spektrum.de/lexikon/psychologie/deklaratives-wissen/3182> [letzter Zugriff: 31 Mai 2018].

13. So wie es John Deweys Idee des ‚reflective thinking‘ beschreibt: „Dewey’s reflective activity begins with an experienced obscurity, doubt, conflict or disturbance, and with setting of the problem.“ Krol, Christine A.: „Coming to Terms: Reflective Practice“, in: *The English Journal* 86 (1997) 5. S. 96-97. Hier: S. 96.

14. Donald Schön nennt dieses Vorgehen ‚reflection-in-action‘, vgl. van Hulst, Merlijn; de Graaf, Laurens; van den Brink, Gabriel: „Reflections on Theory in Action. Exemplary Practitioners“, in: *Administrative Theory & Praxis* 33 (2011) 1. S. 120–142. Hier: S. 124.

15. Vgl. das Konzept von Polanyis ‚tacit knowledge‘; Polanyi, Michael: *The tacit dimension*. New York 1966.

16. Vgl. Hulst, *Reflections*, S. 123f.

17. Vgl. ebd. S. 131.

reografischer Projektion zu sehen sind. Auf den Tympana ist eine durchbrochene Scheibe angebracht (Rete), welche die wichtigsten Fixsterne der Süd- oder Nordhälfte der Erde abbildet. Die Scheiben sind im Zentrum der Mater befestigt und können gedreht und nach Belieben herausgenommen werden. Am Rand der Mater ist eine Aufhängung in Form eines Rings angebracht. Auf der Vorderseite, also der Seite mit den Tympana, kann ein Lineal angebracht sein. Auf der Rückseite ist eine Peilvorrichtung vorgesehen, durch die man Sterne oder Sonne fixieren kann.

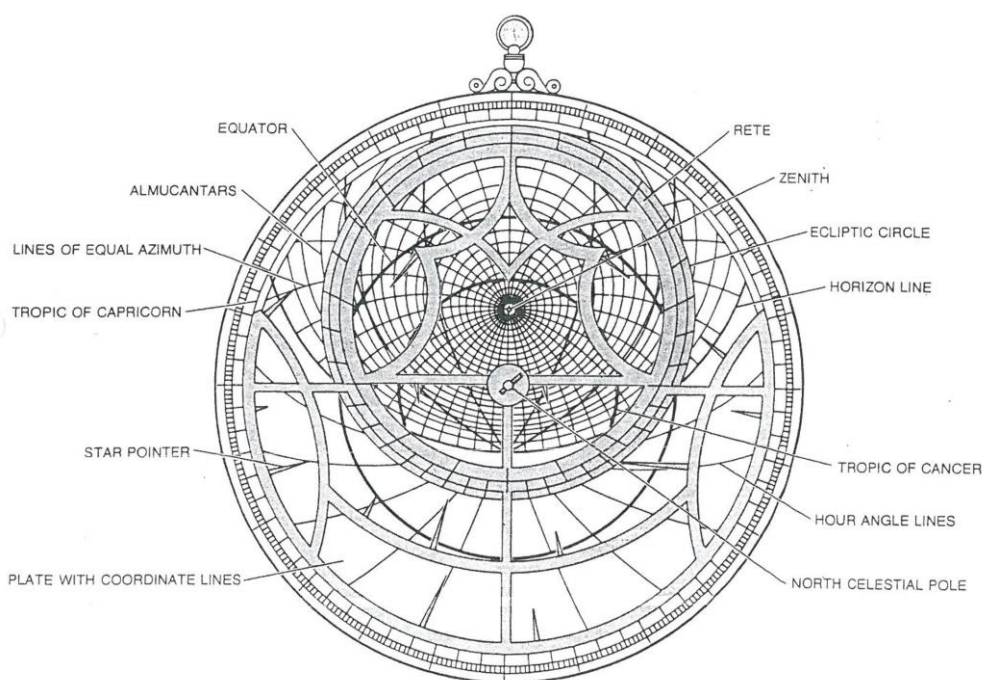


Abb. 1: Frontalansicht eines Astrolabiums.

Mit dem Astrolabium lassen sich einerseits Beobachtungen der Himmelskörper anstellen, so zum Beispiel, um die Höhe der Sonne, des Mondes, der Sterne oder Planeten über dem Horizont festzustellen. Andererseits hat es auch eine Vermessungsfunktion: Berge und Gebäude, die in unwegsamem Gelände stehen, können auf ihre Höhe bestimmt werden, oder auch Brunnen auf ihre Tiefe. Zuletzt kann mit dem Astrolabium die komplizierte Berechnung von Sternkonstellationen verkürzt werden. Da die Rechenleistung auf das Gerät übertragen wird, muss der Nutzer in nur die Position eines bestimmten Himmelskörpers einstellen, um die der restlichen herauszufinden. Dies ist zum einen zur Orientierung auf der Erde nützlich, zum anderen wurde diese Funktion genutzt, um Horoskope zu erstellen.¹⁸

18. North, John D.: „The Astrolabe“, in: *Scientific American* 230 (1974) 1. S. 96–106. Hier: S. 96; Wintroub, Michael: „The Heavens Inscribed: The Instrumental Poetry of the Virgin in Early Modern France“, in: *The British Journal for the History of Science* 42 (2009) 2. S. 161–185. Hier: S. 166; King, David A.: *Astrolabes and angels, epigrams and enigmas: from Regiomontanus' acrostic for Cardinal Bessarion to Piero della Francesca's flagellation of Christ; an es-*

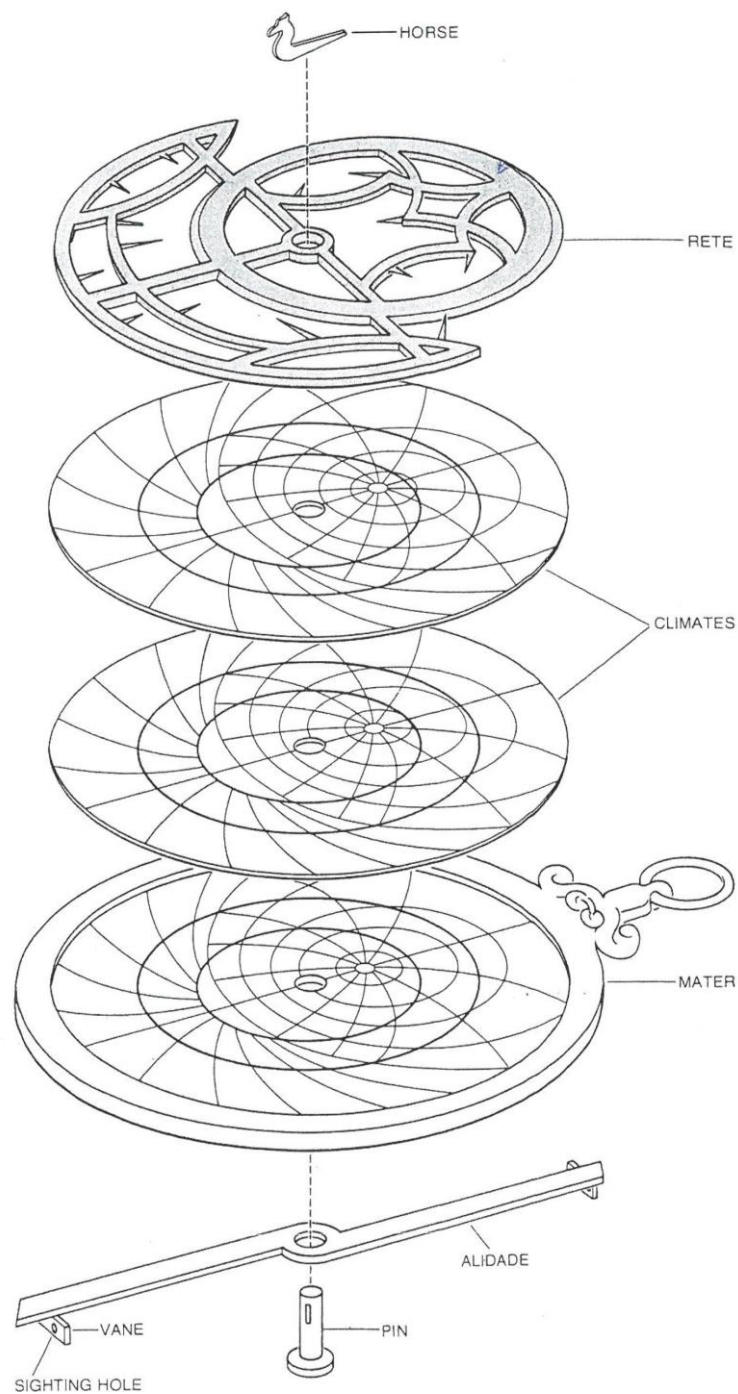


Abb. 2: Explosionsansicht eines Astrolabiums.

say. Stuttgart 2007, S. 146f. Wegen der Kürze des Artikels werde ich auf die weitere Rolle der Astrologie nicht vertieft eingehen, obwohl sie in der frühen Neuzeit lebenspraktische Bedeutung hatte.

3.2 Geschichte des Astrolabiums

Morrison schlägt eine Fünf-Phasen-Einteilung zur Geschichte des Astrolabiums vor: von der Begründung (150 v.Chr. – 4. Jh.), zur Entwicklung (4.–10. Jh.), weiter zur Verbreitung (10.–13. Jh.), an welche sich die Verfeinerungsphase (13.–17. Jh.) anschließt, wobei die Verfallsphase (ab 17. Jh.) den Abschluss bildet.¹⁹

Das Thema des vorliegenden Artikels fällt also in die Verfeinerungsphase in Mitteleuropa.²⁰ Geht man nach der Zahl der erhaltenen Instrumente, so kann das 16. Jahrhundert als der Höhepunkt der Astrolabienproduktion angesehen werden.²¹ Auch die Zahl der gedruckten Traktate sollte nach dem 16. Jahrhundert nicht mehr erreicht werden.²² Knotenpunkte für den Bau von Astrolabien waren im 15. und 16. Jahrhundert die Städte Nürnberg und Augsburg. Gegen Ende des 16. Jahrhunderts verlagerte sich das Produktionszentrum nach Antwerpen.²³

Das Interesse an astronomischen Geräten und Traktaten war gerade unter Adligen von Prestige geleitet.²⁴ Die Vermutung liegt nahe, dass viele Astrolabien nicht verwendet, sondern in der Schatzkammer aufbewahrt wurden. Ein weiteres Anwendungsfeld war die Zeitmessung; einerseits auf individueller Ebene: Besonders in Augsburg wurden astronomische Uhren in Miniaturgröße als Tischuhren hergestellt.²⁵ Andererseits wurden auch große, öffentliche astronomische Turmuhren konstruiert, die zum einen die 24 Stunden des Tages anzeigten, zum anderen mit einer Rete die Bewegung der Sterne entsprechend abbildeten.²⁶ Die Umstellung auf öffentlich, ohne weitere Hilfsmittel ablesbare Zeiten stellt in gewisser Weise einen Umbruch in der Zeitwahrnehmung dar.²⁷

Eine weitere Änderung dieser Epoche war die zunehmende Verbreitung von landessprachlichen Publikationen zusätzlich zu lateinischen. Auch die Rolle des Lesens im Allgemeinen erfuhr seit der Erfindung der Druckerpresse einen

19. Vgl. Morrison, James E.: *The Astrolabe*. Rehoboth Beach, Delaware 2009. S. 31.

20. Laut Morrison zeichnet sich die Verfeinerungsphase dadurch aus, dass auf regionaler Ebene verschiedene Verbesserungen an Vorder- und Rückseite des Astrolabiums angebracht wurden. Spezielle Astrolabien für bestimmte Verwendungszwecke wurden kreiert, sowie eine Astrolabiumsform, die sich an jeder beliebigen Stelle der Erde verwenden ließ. Die Idee eines Papierastrolabiums passt als eine kreative Variante in diese Beschreibung.

21. Ebd. S. 43.

22. Vgl. Cleempoel, Koenraad van: *Astrolabes at Greenwich: A Catalogue of the Astrolabes in the National Museum*. Oxford 2005. S. 31.

23. Vgl. Oestmann, Günther: Geschichte, Konstruktion und Anwendung des Astrolabiums bei Zifferblättern astronomischer Uhren. La Chaux-de-Fonds 2014. S. 14.

24. Vgl. Turner, Anthony J.: *Time Measuring Instruments*. Rockford 1985. S. 31 & S. 40.

25. Vgl. Morrison, *Astrolabe*, S. 42.

26. Vgl. z. B. Saunier, Claudius: *Die Geschichte der Zeitmeßkunst von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart*. Bautzen 1903.

27. So wurde der Begriff ‚öffentliche Uhr‘ bereits 1353 verwendet, fand aber erst nach dem 15. Jhd. größere Verbreitung. Vgl. Dohrn-Van Rossum, Gerhard: *Die Geschichte der Stunde. Uhren und Moderne Zeitordnungen*. München, Wien 1992. S. 124.

Wandel. Da Bücher mehr und mehr im Format standardisiert und im Preis billiger wurden, waren sie einer größeren Bevölkerungsgruppe zugänglich.²⁸

Festzuhalten bleibt also: Ritter publizierte sein Werk zu einer Zeit, als der Diskurs über Astrolabien unter Gelehrten bereits abnahm. Für Ritters Fall ist zu fragen, ob der Geistliche einen vorangegangenen Trend aufgegriffen und ein bereits veraltetes Thema für ein noch näher zu untersuchendes Publikum aufbereitet hat. Ritter agierte zudem an einem Ort, der zwar in der Vergangenheit eine große Produktionsstätte von astronomischen Instrumenten war, doch diese Vorreiterrolle längst abgegeben hatte. Das Astrolabium wurde nicht mehr nur – oder hauptsächlich – zur Produktion von Wissen verwendet, sondern auch als Schaustück in Adelshäusern und im öffentlichen Raum an Turmuhren. Das Lesen von Büchern war inzwischen nicht mehr einer Elite vorbehalten, sondern auch weniger gebildete Menschen wurden durch spezifisch angepasste Publikationen zum Lesen angeregt.²⁹

3.3 Abgrenzung der Disziplinen

Um Ritter und sein Astrolabium-Traktat in einen historischen Kontext einzuordnen, muss noch die Rolle der Mathematik als Disziplin und die von wissenschaftlichen Instrumenten im Allgemeinen diskutiert werden. Dazu gibt der Begriff ‚wissenschaftliche Instrumente‘ bereits Anlass. Jim Bennett weist darauf hin, dass wir auf Instrumente der frühen Neuzeit nicht unser Kategorien- bzw. Disziplinverständnis projizieren können. Instrumente wurden als mathematisch, nicht per se als wissenschaftlich betrachtet. Allerdings müssen wir dabei auch unser Bild von Mathematik einer skeptischen Prüfung unterziehen. ‚Mathematisch‘ bedeutete, laut Bennett, nämlich nicht nur Zeichnung und Berechnung, sondern allgemein Problemlösung in Astronomie, Navigation, Kriegsführung, Architektur und Zeitmessung.³⁰ Die Gemengelage zwischen Mathematik und Naturphilosophie war eine andere als in unserer heutigen Auffassung von Mathematik und Naturwissenschaften. Das heißt: Die Funktion dieser historischen Instrumente war nicht, wie es das Vorhaben der Naturphilosophie war, kosmologische Begründungen zu finden, warum die Welt so beschaffen ist, wie wir sie wahrnehmen.³¹

Man könnte sagen, die mathematischen Instrumente sind Instrumente des ‚Wissens, wie‘. Das bedeutet, dass hier Arten von Wissen unterschieden werden müssen. Die Handhabung von Instrumenten erforderte geometrisches Verständnis, allerdings in Bezug auf Vermessung, nicht auf Theoriebildung.³² Im Fall

28. Stein, Peter: *Schriftkultur. Eine Geschichte des Schreibens und Lesens*. Darmstadt 2006. S. 213–215.

29. Vgl. Darnton, Robert: „History of Reading“, in: Burke, Peter (Hrsg.): *New Perspectives on Historical Writing*. Cambridge 1992. S. 140–167. Hier: S. 159.

30. Bennett, Jim: „Presidential Address: Knowing and Doing in the Sixteenth Century: What Were Instruments For?“, in: *The British Journal for the History of Science* 36 (2003) 2. S. 129–150. Hier: S. 131.

31. Ebd. S. 131.

32. Vgl. ebd. S. 131.

des Astrolabiums geht Bennett davon aus, dass es die Zeitgenoss_innen nicht als nötig erachteten zu diskutieren, was dieses Instrument überhaupt sei. Er macht dies am Beispiel von Johannes Stöfflers Traktat deutlich, welches als Vorbild für die nachfolgenden einschlägigen Publikationen diente: Stöffler (1452–1531) leitet die Leser_innen im ersten Teil zur Konstruktion des Astrolabiums an, im zweiten zum Gebrauch. Eine Erklärung, worum es sich bei dem Gerät handelt, wird mit einer schlichten, kurzen Beschreibung abgehandelt. Daraus leitet Bennett ab, dass Astrolabien als reine Werkzeuge, weniger als Himmelsmodelle betrachtet wurden.³³

Das soll nicht bedeuten, dass die Komplexität des Instrumentes nicht anerkannt wurde. Vielmehr deutet Bennett das Astrolab als einen kodierten Informationsträger, welcher ein mathematisches Regelset in sich trägt und der mithilfe der richtigen Expertise entschlüsselt werden kann.³⁴

Anzunehmen, dass alle Nutzer_innen des Astrolabs sich nun als Mathematiker_innen begriffen hätten, wäre vorschnell. Instrumente wurden für unterschiedlichste Klientelen hergestellt.³⁵ Ein Begriff, der als Bezeichnung für diese Nutzer_innengruppe eingeführt wurde, ist der der „Praktiker der Mathematik“.³⁶ Schneider stellt eine wichtige Unterscheidung zur Verfügung, was die Produktion von Astrolabien betrifft:

„1. Die Erfindung und Gestaltung, 2. die Herstellung eines Instruments durch einen Instrumentenmacher, 3. die Abfassung einer Beschreibung von Herstellung und Gebrauch durch einen Autodidakten oder gelehrten Autor. (...) Die Funktion des Autors zeigt, wie weit sich die mathematische Praxis von der Praxis entfernen konnte; denn die mit dem Anspruch auf Gelehrsamkeit (...) verfaßten Instrumentbeschreibungen waren ja nicht als Erfahrungsberichte über die praktische Anwendbarkeit, sondern als Anregung und teilweise auch als Verkaufswerbung gedacht.“³⁷

Auch dieses Argument ist wichtig, um den Boden für die nachfolgende Quellenkritik zu bereiten. Inwieweit hatte Franz Ritter selbst praktische Erfahrung mit den von ihm vorgestellten Problemen? Diese drei Rollentypen sind im Übrigen nicht zu verwechseln mit den fünf Popularisierungskriterien oder den vier Kriterien des praktischen Wissens. Vielmehr hilft die Verortung Ritters, das, was er vermittelte, besser zu charakterisieren und abzuklären, ob es den Kriterien des praktischen Wissens entspricht.

33. Ebd. S. 136.

34. Ebd. S. 139.

35. Ebd. S. 133.

36. Schneider, Ivo: „Die mathematischen Praktiker im See-, Vermessungs- und Wehrwesen vom 15. bis zum 19. Jahrhundert“, in: *Technikgeschichte* 37 (1970). S. 210–242. Hier: S. 211.

37. Ebd. S. 237.

4. Fallbezogene Quellenkritik

4.1 Biografie Franz Ritters

Franz Ritter wurde entweder am 22. oder 24. November 1579 getauft und immatrikulierte sich am 2. Juli 1592 an der Universität Altdorf (bei Nürnberg) zu einem Theologie-Studium.³⁸ Er studierte weiterhin in Wittenberg, erlangte seinen Magister und wechselte 1598 schließlich nach Heidelberg. 1615 trat er eine Pfarrstelle in Stöckelsberg an.³⁹

Seiner Leidenschaft für Astronomie ging Ritter bereits im Jugendalter nach. So fertigte er (oder ließ anfertigen⁴⁰) im Jahr 1595 Zeichnungen von Sonnenuhren an,⁴¹ vier Jahre darauf folgte die Beschreibung eines Quadranten,⁴² und auch über die Sonnenuhren schrieb Ritter zwei Bände (1607 und 1611).⁴³ Offensichtlich verstand sich Ritter eher auf die theoretische Auseinandersetzung mit der Thematik, denn seine Publikationen überwiegen die Zahl seiner Instrumente. Tatsächlich ist nur ein Astrolabium überliefert, welches 1613 von Ritter hergestellt wurde.⁴⁴ Dabei wird nicht deutlich, ob Ritter es selbst baute oder es bauen ließ und welche Materialien dabei verwendet wurden. Der Gedanke liegt nahe, dass Ritter die Konstruktionszeichnungen lieferte und die Instrumente von versierten Handwerkern bauen ließ.⁴⁵ Andererseits lancierte Ritter eine simple Bautechnik, die keiner Handwerkskunst bedurfte: Er stellte in seinem im selben Jahr geschriebenen Traktat zur Konstruktion und Anwendung von Astrolabien einige Kupferstiche zur Verfügung, die ausgeschnitten und auf Holzplatten gezogen werden konnten.⁴⁶ Insofern lässt sich nicht sagen, dass Ritter gar keine Astrolabien selbst herstellte. Vom Astrolabium-Traktat sollte es noch zwei weitere Auflagen geben, eine 1641, die andere 1660.⁴⁷

4.2 Inhaltliche Quellenkritik

In der Quellenkritik möchte ich mich vom Äußeren ins Innere vorarbeiten. Bei dem mir vorliegenden Traktat Ritters handelt es sich um das Digitalisat einer gebundenen Ausgabe im Quart-Format (4°, das entspricht einer Buchrückenhöhe von bis zu 35 cm). Am Ende sind mehrere Kupferstiche von Bestandteilen des

38. Herbst, Klaus-Dieter: „Ritter, Franz“. In: Ders.: *Biobibliographisches Handbuch der Kalendermacher von 1550 bis 1750*. URL: http://www.presseforschung.uni-bremen.de/dokuwiki/doku.php?id=ritter_franz [letzter Zugriff am 31.05.2018].

39. Vgl. ebd.

40. Vgl. Pilz, Kurt: *600 Jahre Astronomie in Nürnberg*. Nürnberg 1977. S. 35.

41. Vgl. Herbst, „Ritter, Franz“.

42. Vgl. Oestmann, *Geschichte*, S. 18f.

43. Vgl. ebd.

44. Vgl. Herbst, „Ritter, Franz“.

45. Vgl. Pilz, *600 Jahre*, S. 263.

46. Vgl. ebd.

47. Vgl. Oestmann, *Geschichte*, S. 18f.

Astrolabiums enthalten sowie eine kreisrunde Erdlandkarte (die Nordhalbkugel zeigend). Gedruckt wurde diese Ausgabe bei Christoff Lochner und verlegt durch Balthasar Caymox.⁴⁸

Ritter war nicht der erste Instrumentenkundige, der auf die Idee kam, Papiervorlagen für Astrolabien zur Verfügung zu stellen.⁴⁹ Dennoch illustriert dieser Punkt Ritters Verständnis von praktischer Anwendung und Verbreitung von Wissen: Durch die Bereitstellung von Vorlagen ist der Besitz eines Astrolabs keine exklusive Angelegenheit mehr. Dies stellt eine schnelle Lösung mit nicht allzu hohen Präzisionsansprüchen dar (ein Astrolabium aus Papier und Holz war vermutlich wesentlich anfälliger für Fehler, wenn z.B. bei feuchtem Wetter Holzuntergrund und Papier zu quellen begannen). Zusammen mit der Anleitung zur Anwendung fügt sich so ein relativ einfach anzuwendendes Set für Messungen und Zeitablesung zusammen.⁵⁰

Es gibt eine weitere Ausgabe von Ritters Traktat, verlegt durch Paul Fürst⁵¹, die im Kleinoktav-Format gedruckt wurde, d.h. die Längsseite des Buches ist bis zu 18,5 cm hoch, in diesem Fall 18 cm. Diesem kleinen Format ist es wahrscheinlich geschuldet, dass keine Astrolabien-Vorlagen darin enthalten sind. Dafür ist es wesentlich handlicher und ließ sich leicht unterwegs mitnehmen.

Sich selbst ein Astrolabium zu konstruieren, ist tatsächlich auch eines von Ritters Verkaufsargumenten, die er auf dem Titelblatt des ersten Teils (bei beiden Ausgaben) beschreibt: Er liefere die Erklärung, wie auf jeder beliebigen „Polus Höh / so wol auch nach eines jeden selbst gefälligen Größ“⁵² ein Astrolabium zu konstruieren und zu bauen sei. Das bedeutet: Mit seinem Traktat bietet Ritter Hilfe zur Selbsthilfe an und liefert nicht nur das Wissen über die Anwendung, sondern auch das Wissen über die Herstellung des Werkzeugs und verringert die Exklusivität dadurch noch mehr.

Das Traktat gliedert sich in zwei Teile und folgt damit wie so viele der Einteilung Stöfflers in seinem Maßstäbe setzenden Werk „*Elucidatio fabricae ususque astrolabii*“ von 1512: Der erste Teil befasst sich mit der Konstruktion des Astrolabs, der zweite mit seiner Anwendung. Der erste Teil beginnt mit einer

48. Genauerer zu Caymoxens Vita bei: Grieb, Manfred: *Nürnberger Künstlerlexikon: Bildende Künstler, Kunsthandwerker und Gelehrte*. München 2007. S. 220.

49. Z.B. Georg Hartmann (1489–1564), vgl. Turner, *Instruments*, S. 42.

50. Man könnte meinen, dass die Distribution von Wissen generell mit einer Einbuße an Präzision einhergeht. Auch Kretschmann thematisiert die abwertende Bedeutung, welche mit Popularisierung von Wissen in Verbindung gebracht wird (vgl. Kretschmann, „Einleitung“, S. 8.), doch wäre dies meiner Ansicht nach eine vorschnelle Schlussfolgerung, welche das klassische Expert_innen-Modell der Wissensdistribution zementieren würde.

51. Genauerer zu Fürstens Vita bei: Bolte, Johannes: *Bilderbogen des 16. und 17. Jahrhunderts*. Berlin 1910. S. 195–197. Leider ist auf dem Astrolabium-Traktat kein Jahr angegeben, aber ich nehme an, dass es sich um die Ausgabe von 1641 handelt, welche Oestmann erwähnt.

52. Ritter, *Astrolabium*, Prior Pars, S. 3 [3r]. In der ersten Ausgabe sind keine Seitenzahlen angegeben, in der zweiten hingegen schon. Deswegen werde ich in den Anmerkungen an erster Stelle die Seitenangaben der zweiten Ausgabe aufführen, in eckigen Klammern meine eigene Seitenzählung der Originalausgabe von 1613.

Widmung an Ritters Adelsherren Fürst Christian; beide Teile enthalten ein Vorwort „An den kunstliebenden Leser“.⁵³ In der Arbeit habe ich mich hauptsächlich auf den Teil über die Anwendung des Astrolabiums gestützt.

Ritter bestätigt in seinem Widmungsschreiben, was Bennett zur Disziplinabgrenzung während der frühen Neuzeit postuliert, nämlich, dass Astronomie und astronomische Geräte der mathematischen Kunst zugewiesen wurden:

„So ist es aber / nicht allein nützlich und löblich / sondern auch zu Regierung und Erhaltung aller guten Ordnung deß Menschlichen Geschlechtes / ganz nothwendig / daß / nechst demselbigen [gemeint ist das Theologie-Studium, Anm. d. A.]/ das Studium Mathematicum, sonderlich von deß Himmels und der Sternen Lauff / von ordentlicher Rechnung der Zeit und deß Jahrs / sowol auch Abcircklung und Außtheilung [sic?] deß ganzen Erdkreises / der mancherley Königreich / Fürstenthumb / Herrschafften / Ländern und Insuln deß Meers / u. erhalten / gelehrt / und als ein solche Kunst oder Wissenschaft / ohn welche (wie erstgemelt) kein Mensch recht ordentlich leben kan / excolirt, und auff die Nachkommen gebracht und fortgepflanzet werden.“⁵⁴

Die Astronomie ist für Ritter also nicht nur eine praktische und nützliche Disziplin, sondern ein Mittel der Administration, die Ordnung schafft. Natürlich kann man mutmaßen, dass Ritter in seiner Widmung sehr daran gelegen ist, seinen Schutzherrn gewogen zu stimmen und daher strategisch argumentiert.

Inwieweit hier schon ein Bezug zu praktischem Wissen anklingt, darüber lässt sich streiten. Zumindest betont Ritter die Anwendungsbezogenheit seiner Expertise: Die Lösungen, die mithilfe der Astronomie durch Gelehrte zur Verfügung gestellt werden, versprechen einen praktischen Nutzen. Dabei verliert Ritter kein Wort darüber, ob er z.B. der kopernikanischen Theorie zugeneigt ist oder nicht. Die Beschaffenheit der Welt zu beurteilen ist nicht sein Anliegen, sondern vielmehr die Orientierung darin. Nicht umsonst betont Ritter unablässig die ‚Nützlichkeit‘ des Astrolabs.

In seinen Einleitungen „An den kunstliebenden Leser“ wendet sich Ritter direkt an seine Leser_innen und begründet die Publikation eines weiteren Traktats damit, dass es noch keine Konstruktionsanleitung in deutscher Sprache gebe, sondern nur Anwendungsleitfäden.⁵⁵ Interessanterweise schien die Praxis, in Landessprache zu schreiben, immer noch Widersacher_innen zu finden. Ritter verteidigt sich mit dem Argument, dass andere Nationen dies schon länger so hielten und im antiken Griechenland das Wissen allen Lesekundigen offenstand, da auf Griechisch geschrieben wurde.⁵⁶ Außerdem liegt Ritter viel daran, dass „bey den Teutschen noch viel herrliche und kunstliebende Ingenia gefunden wer-

53. Ebd. S. 13 [4r]; bzw. Ritter, *Astrolabium*, Posterior Pars, S. 3 [2r].

54. Ritter, *Astrolabium*, Prior Pars, S. 5f. [4r–4v].

55. Vgl. ebd. S. 14 [9v].

56. Vgl. ebd. S. 14 [9v–10r].

den“⁵⁷. Das bedeutet, dass Ritter auch ungebildete Intelligenz anerkennt. Zuletzt führt er das Argument an, dass z.B. das Wissen über die Verwendung eines Kompasses bei Seefahrenden viel besser aufgehoben sei als bei Gelehrten, die davon nie Gebrauch machen würden.⁵⁸ Damit würdigt er zwar die Existenz von Praktiker_innen, doch deutet er hier auch die Richtung des Wissenstransfers an: Wissen wird bei Gelehrten produziert und auf in der Praxis Tätige übertragen. Damit könnte man Ritter dem eingangs kritisierten Zwei-Phasen-Modell der Wissenspopularisierung zuordnen.

Die Menschen, die Ritter adressiert, beschreibt er als den „gemeinen Mann“⁵⁹, als „kunstliebend“⁶⁰ und „christlich“⁶¹. Meiner Interpretation nach stellt er sich damit eine Rezipient_innengruppe vor, die zwar nicht unbedingt studiert, aber nichtsdestotrotz nicht bildungsfern, sondern interessiert und ‚christlich‘ im Sinne von anständig ist.

Auf dem Titelblatt des zweiten Teils (also des Anwendungsteils) wird Ritter noch konkreter und verspricht „[a]llen Astronomis, Medicis, Baumeistern und zu Meer fahrenden Schiffleuten / u. ja fast allen Künstlern / so sich deß Circels und Messens gebrauchen“⁶² eine nützliche und notwendige Anleitung zur Anwendung des Astrolabiums.

Der Anwendungsteil von Ritters Astrolabium-Traktat ist in dreißig Kapitel unterteilt, welche sprechende Namen aufweisen. So lautet zum Beispiel das zweite: „Das Ander Capitel. Den Ort der Sonnen / das ist / in welchem Zeichen und Grad dieselbige auff jeden Tag ist / zufinden.“⁶³ Ich teile die Themen grob in die Kategorien *Grundlagen*, *Zeitmessung*, *Orientierung*, *Astrologie*, und *Vermessung* ein. Diese Kategorien habe ich aus der sorgfältigen Durchsicht der Quelle gewonnen. Die *Grundlagen* sind die ab dem zweiten Kapitel beschriebenen grundsätzlichen Operationen, wie die Höhe der Sonne über dem Horizont zu messen und die Position der Sonne im Zodiak zu finden sei. Diese Funktionen bilden die Basis für weitere Operationen, die in den nachfolgenden Kapiteln aufgezählt werden. *Zeitmessung*: Uhrzeitbestimmung bei Tag und bei Nacht, das Herausfinden der Tages- oder Nachtlänge und die Vorhersage, wann bestimmte Himmelskörper auf- oder untergehen. *Orientierung*: die Vorhersage, an welcher Stelle des Horizonts die Sonne oder Fixsterne auf- oder untergehen, auf welchem Längengrad die Sonne steht und die Bestimmung des Breitengrades, auf dem man sich befindet. *Astrologie*: die Beschreibung, wann bestimmte Fixsterne aufgehen, wie ein Horoskop aufzustellen sei und wie bestimmte Sternkonstellationen den Krankheitsverlauf bei Menschen beeinflussen. *Vermessung*: Höhe und

57. Ebd. S. 14 [9v].

58. Vgl. ebd. S. 14f. [10r].

59. Ebd. S. 15 [10r].

60. Ebd. S. 13 [9r].

61. Ebd. S. 15 [10v].

62. Ritter, *Astrolabium*, Posterior Pars, S. 1 [2r].

63. Ebd. S. 12 [7r].

Tiefe von Bauwerken herausfinden. Hierfür steuert Ritter nur zwei Kapitel mit der Begründung bei, dass dies eigentlich eine Funktion des Quadranten sei, der in die Rückseite des Astrolabiums integriert sei.⁶⁴

Die Kapitel sind kurz, manche nur eine halbe Seite lang; das längste (die Beschreibung des Astrolabiums) erstreckt sich über sechs Seiten. Die Kapitel bauen aufeinander auf; es ist also nötig, den Buchteil von vorne durchzulesen. Dabei fällt auf, dass keinerlei Zeichnungen beigelegt sind, welche das Verständnis erleichtern könnten (so wie im ersten Teil über die Konstruktion). Meine Vermutung ist daher, dass der_die Leser_in ein Astrolabium zur Hand haben musste, um die Operationen nachzustellen. Außerdem rät Ritter in manchen Kapiteln zu weiteren Hilfsmitteln wie einem „Ephemeridibus“,⁶⁵ anscheinend einer Art Kalender. Obwohl die Sprache einfach gehalten ist und der_die Leser_in direkt angesprochen wird, ist die Thematik komplex genug, dass ein gewisses geometrisches Verständnis und Abstraktionsvermögen notwendig ist. Bedenkt man zusätzlich die eingestreuten lateinischen Zitate und Fachausdrücke, drängt sich der Eindruck auf, Ritter spreche ein Publikum mit gewissem Bildungsgrad an: möglicherweise nicht Studierende, da er in der Einleitung ausdrücklich darauf hinweist, Latein-Unkundige adressieren zu wollen,⁶⁶ aber dennoch mathematisch versierte Menschen. Inwieweit es damals in anderen Milieus gängig war, lateinische Begriffe zu verwenden, ist mir allerdings nicht bekannt. Es kann also sowohl ein Beeindruckungsgestus als auch eine sehr gewöhnliche Ausdrucksform gewesen sein.

Auch im Anwendungsteil sticht das Fehlen jeglicher Theoriebildung hervor. Ritter bedient sich einer reinen Anleitungsrhetorik, mit der er Schritt für Schritt die einzelnen Operationen beschreibt. Dabei macht er nicht deutlich, weshalb die genannten Funktionen nützlich seien. Das kann daran liegen, dass dies den Zeitgenoss_innen überhaupt nicht erklärt werden musste. Dies stellt allerdings heutige Historiker_innen vor die Schwierigkeit, dass sie den tatsächlichen Nutzen von Ritters Anweisungen nur vage beurteilen können.

5. Abgleich und Schlussfolgerung

Es folgt eine Zusammenfassung meiner Ergebnisse: Ich habe Franz Ritters Astrolabium-Traktat daraufhin untersucht, welche Art von Wissen er vermittelt und wen er als Nutzer_innen bzw. Leser_innen imaginiert. Zugrunde lag dabei die Ausgangsthese, dass seine Publikation als Wissenspopularisierung betrachtet werden kann, aber eben nicht mit Fokus auf theoretisches, sondern auf praktisches Wissen. Dazu habe ich weniger die astronomischen Inhalte, sondern vielmehr die Rhetorik von Ritters Anleitung untersucht.

64. Ebd. S. 60 [27v].

65. Ebd. S. 13 [7v].

66. Ritter, *Astrolabium*, Prior Pars, S. 15 [10r].

Möchte man Ritters vermitteltes Wissen charakterisieren, lässt sich leicht auf den Unterschied von ‚Wissen, dass‘ und ‚Wissen, wie‘ zurückgreifen.⁶⁷ Ritter ließe sich klar der Kategorie ‚Wissen, wie‘ zuordnen. Weiterhin ist die Art des von Ritter vermittelten Wissens nahe verwandt mit der historischen Rolle von Mathematik. Diese war stark verbunden mit der Lösung konkreter, praktischer Probleme. Im Gegensatz dazu steht die Naturphilosophie, die ergründen sollte, weshalb die Welt so ist, wie sie ist. Das Astrolabium ist beispielhaft, da es in sich ein mathematisches Regelset vereint und es mit der richtigen Handhabung vermag, Rechenoperationen abzukürzen und bei der Vermessung behilflich zu sein. Das bedeutet, dass das Wissen um die Handhabung von Astrolabien nicht in erster Linie zur Theoriebildung über die Beschaffenheit der Welt diene, sondern die Erfassung von Daten bzw. Informationen möglich mache.

Ritter bestätigt diese Betrachtungsweise selbst, indem er die Wichtigkeit der Mathematik, allen voran der Astronomie, betont, um Land und Volk zu regieren und zu verwalten. Er geht in keiner Weise auf theoretische kosmologische Fragen ein. Aber er erklärt auch nicht, wozu die einzelnen Operationen schlussendlich praktisch zu gebrauchen sind.

Wie verortet sich Ritter in dieser Gemengelage aus Theorie und Praxis selbst? Explizit macht er das zwar nicht, doch implizit gibt es Hinweise. So argumentiert Ritter, dass Wissen um die Handhabung von Instrumenten viel besser bei den Leuten aufgehoben ist, die es tatsächlich anwenden. Meiner Ansicht nach positioniert sich Ritter hier als Theoretiker, der Wissen in die Praxis hineinragen möchte. Diese Charakterisierung passt auch in die Unterteilung, die Schneider bei seiner Reflexion über ‚Praktiker‘ aufstellt: Er unterscheidet zwischen Erfindung, Herstellung und Beschreibung. Ritter ließe sich in letztere Kategorie einordnen.

Kriterien zum praktischen Wissen

- 1) Feststellung eines zu lösenden Problems
- 2) Rückgriff auf Erfahrung, flexible Neuausrichtung bei Fehlschlägen
- 3) Körpergebundenes Wissen ist schwer zu beschreiben.
- 4) Nicht standardisiert, kreative ad-hoc-Lösungen

Beim Abgleich mit den vier Kriterien zum praktischen Wissen ist das Ergebnis uneindeutig: Einerseits spricht Ritter klar spezifische Probleme an (z.B. Feststellung der Zeit). Dafür ist aber kein Rückgriff auf bereits gesammelte Erfahrungen notwendig, der Leitfaden ist sozusagen für absolute Einsteiger_innen geeignet. Die Lösungsprozeduren erfordern zwar gewisse Feinmotorik (Rete genau einstellen, das Peilgerät präzise ausrichten etc.), doch stellen sie für Ungeübte keine unüberwindbaren Hürden dar. Zuletzt ist Ritters Anleitung eine Sammlung standardisierter, formelhafter Verfahren. Man könnte es sogar als Algorithmus betrachten. Insofern stimmt auch das letzte Kriterium nicht überein.

67. Gil, *Praxis*, S. 15–17.

Aufgrund dieses verwirrenden Ergebnisses plädiere ich dafür, den Begriff des praktischen Wissens weiter zu differenzieren. Was Ritter vermittelt, ist ein Rezept, mit welchem bei Bedarf praktische Probleme gelöst werden können. Entscheidend sind hier meiner Ansicht nach die Erfordernisse und das Ergebnis dieses Wissens oder Könnens. Erforderlich ist, wie bereits gesagt, eine geometrische Vorstellung von der Umgebung (Einteilung des Himmels in Längen- und Breitengrade) sowie die Fähigkeit, diese Vorstellung auf eine kleine Scheibe zu übertragen. Der_Die Nutzer_in muss Messgenauigkeit beweisen und begreifen, in welcher Reihenfolge die Arbeitsschritte auszuführen sind und wie diese jeweils zusammenhängen. Die Ergebnisse, die mit diesem Wissen erzielt werden können, sind keine materiellen Produkte, sondern Information. Insofern muss ich meine zuerst aufgestellte Behauptung revidieren, das Astrolabium würde keine Aussage über die Beschaffenheit der Welt machen: Es beschreibt die Welt, erklärt jedoch nicht, warum sie so funktioniert. Ich schlage zur Differenzierung des Begriffs von praktischem Wissen den Terminus *vermessungstechnisches Methoden-Wissen* vor.

Dieses Wissen entstand aus einer theoretischen Beschäftigung heraus und sollte einem praktischen Zweck dienen. Methodenwissen ist es, da bestimmte Algorithmen umfasst werden, ohne dass die Zusammenhänge erklärt werden.

Soll untersucht werden, wer die Adressat_innen von Ritter sind, lässt sich dies explizit und implizit angehen. Explizit spricht Ritter wie bereits erwähnt „Astronomis, Medicis, Baumeistern und zu Meer fahrende[n] Schifffleute[n] / u. ja fast alle[n] Künstler[n]“⁶⁸ an. Der Nutzen für Astronom_innen liegt bei diesem Werk auf der Hand. Da Ritter ein Kapitel über den Einfluss der Himmelskörper auf Krankheitsverläufe einbezieht, ist die Erwähnung von „Medicis“⁶⁹ auch einleuchtend. Der Nutzen für die „Baumeister[n]“⁷⁰ hält sich mit den zwei recht kurz abgehandelten Kapiteln über Vermessungswesen in Grenzen, und einen spezifischen Bezug zu den Tücken und Schwierigkeiten der Orientierung auf See baut Ritter in seinem Werk auch nicht ein. Die allgemeine Angabe zu Künstlern, die Zirkel und Messwerk verwenden, führt mich schließlich zu dem Verdacht, dass Ritter diese Personengruppen adressiert, um damit den praktischen Nutzen seiner Arbeit zu unterstreichen und zu legitimieren. Er selbst scheint nie an Orten gewesen zu sein, die am Meer liegen; der intensive Kontakt zu Seefahrer_innen ist also unwahrscheinlich. Als Baumeister hat sich Ritter auch nicht hervorgetan, soweit die Quellenlage schließen lässt.

Implizit, so mein Verdacht, spricht Ritter in Wahrheit Laien an, also eben den ‚gemeinen Mann‘, wie Ritter selbst schreibt, der sich aus privatem Interesse mit der Astronomie bzw. praktischen mathematischen Problemen auseinandersetzt. Diese Menschen waren des Lateins nicht mächtig und daher auf eine deutsche Publikation angewiesen. Sie haben folglich höchstwahrscheinlich nicht

68. Ritter, *Astrolabium*, Posterior Pars, S. 1 [2r].

69. Ebd.

70. Ebd.

studiert, waren aber dennoch des Lesens mächtig. Es bleibt allerdings zu fragen, ob für Mediziner und Astronomen ein Studium nicht obligatorisch war. Da Ritter lateinische Fachbegriffe einstreut, ohne sie zu erklären, setzt er meiner Ansicht nach einen gewissen Bildungsgrad voraus. Er richtet sich an Leser_innen, die kein naturphilosophisches Interesse haben, aber dennoch versiert genug sind, um zu begreifen, was ihnen die einzelnen Operationen mithilfe des Astrolabs nützen können. Nichtsdestotrotz bemüht er sich um Lesefreundlichkeit (kurze Kapitel, sehr kleinschrittige Anleitung). Ritter vermittelt zudem nicht nur das Wissen um die Anwendung des Astrolabiums, sondern stellt mit den vorgefertigten Kupferstichen auch Astrolab-Vorlagen zur Verfügung und außerdem das Wissen, wie man sich selbst ein solches Gerät konstruieren kann.

Ich vermute, Ritter hat sich theoretisch mit der Astronomie befasst, wollte dieses Wissen aber in die Praxis hineinragen. Abgesehen von der Diskrepanz zwischen dezidierter Adressierung und recht allgemein gehaltenem Inhalt stellt sich Ritter in dieser Hinsicht nicht ungeschickt an: Immerhin baut er Zugangshürden ab, indem er auf Deutsch schreibt und ein lesefreundliches Format wählt. Ritter erweckt durch die Adressierung eines bestimmten Publikums den Eindruck, Teil eines Popularisierungsprozesses von Wissen zu sein. Doch wie dieses Wissen tatsächlich verwendet wurde und von wem, ließe sich nur durch die Untersuchung von Käufer_innengruppen und die Rezeption der Leser_innen klären. Dies kann der vorliegende Artikel allerdings nicht leisten.

Werden die fünf von Kretschmann zuvor genannten Kriterien auf den speziellen Fall von Ritters Traktat angewendet, lässt sich der erste Teil meiner Fragestellung beantworten.

- 1) Ein Wissensgefälle zwischen Produzent_innen und Rezipient_innen muss vorhanden sein: Zwar betont Ritter in seinen Einleitungen, dass er durch seine landessprachliche Publikation dazu beitragen möchte, Wissen unter das ‚gemeine‘ Volk zu bringen. Doch wer dieses Buch schlussendlich gekauft und gelesen hat, lässt sich nicht ohne Weiteres feststellen. Ritter spricht konkrete Berufsgruppen an. Dabei stellt sich mir die Frage, ob praktizierende Seefahrer_innen oder Baumeister_innen, die selbst eine hohe Expertise in ihrem Fach aufweisen, es nötig haben, sich ein recht allgemein gehaltenes Buch über Orientierung anhand des Sternenhimmels oder Vermessungswesen zulegen zu müssen. Im Falle eines interessierten Laienpublikums würde das erste Kriterium Kretschmanns besser zutreffen, wobei sich das für Ritters Traktat nicht explizit nachweisen lässt.
- 2) Die Zahl der Produzent_innen ist der der Rezipient_innen unterlegen: Da Ritters Traktat als Buchform veröffentlicht wurde, ist dieses Kriterium mit großer Wahrscheinlichkeit erfüllt, auch wenn ich nicht herausfinden konnte, wie hoch die Auflage der verschiedenen Ausgaben war. Allerdings ist fraglich, ob Ritter als ursprünglicher Produzent dieses Wissens gelten kann. Laut Schneider wäre er eher als ein gelehrter Autor, Beschreiber und Verfasser von Anleitungen zu kategorisieren.

- 3) Die Rezipient_innen müssen eine Gruppe sein, die groß und relevant genug ist und einen Bezug zum ‚populus‘ aufweist: Auch hier stellt sich die Schwierigkeit, dass nicht klar ist, wer die Rezipient_innen des Traktats tatsächlich waren. Zudem ist dieses Kriterium schwammig, da Kretschmann nicht klarmacht, ab wann ein Bezug zum ‚populus‘ vorliegt und wann nicht. Aus Ritters Sicht lässt sich diese Frage leichter beantworten. Er möchte dem gesamten Volk der ‚Teutschen‘ einen Dienst tun, indem durch sein Werk weitere ‚ingenia‘ gefunden werden.
- 4) Die Wissenspopularisierung ist ein absichtlich ausgeführter Akt: Dies dürfte bei Ritter klar bejaht werden.
- 5) Die Medien der Popularisierung sind breitenwirksam und haben „einen multiplizierenden Effekt“⁷¹: Breitenwirksam wird die Veröffentlichung eines Buches auf jeden Fall gewesen sein, zumal mit dem Buch seit des Aufkommens der Druckerpresse allgemeine Nützlichkeit und Verbindlichkeit assoziiert wurde. Inwieweit das Wissen multipliziert wurde, lässt sich schwer sagen – umso mehr, als das Astrolabium im Verlauf des 17. Jahrhunderts an Beliebtheit verlor: aus gelehrter Sicht, da präzisere Instrumente gebaut wurden, aus alltagstauglicher Sicht, da Uhren wesentlich unkomplizierter die Zeit anzeigen konnten.

Aus außenstehender Perspektive lässt sich dies zwar nur in eingeschränktem Maße bejahen, doch Ritter betrachtete sich selbst eindeutig als Popularisierer von Wissen; sein Popularisierungsversuch ist meiner Meinung nach in dieser Quellenkritik deutlich geworden. Die Blütezeit der Astrolabien-Traktate war bereits im Absterben begriffen, und die Produktionsorte hatten sich schon längst von Nürnberg und Augsburg über die Niederlande nach Antwerpen verlagert. Als Präzisionswerkzeug konnte das Astrolabium im 17. Jahrhundert nicht mehr dienen. Vielleicht ist es also kein Zufall, dass Ritter genau in dieser Zeit begann, deutsche Publikationen zu verfassen. Für die wissensproduzierende Elite war das Astrolabium nicht mehr en vogue, dafür möglicherweise für die breitere Masse an Laien, welche sich des praktischen Wissens für Alltagssituationen bediente.

71. Kretschmann, „Einleitung“, in: Ders. (Hg.), *Wissenspopularisierung*, S. 14.

Literatur

- Bennett, Jim: „Presidential Address: Knowing and Doing in the Sixteenth Century: What Were Instruments For?“, in: *The British Journal for the History of Science* 36 (2003) 2. S. 129–150.
- Bolte, Johannes: *Bilderbogen des 16. und 17. Jahrhunderts*. Berlin 1910.
- Bösch, Stefan; Schulz-Schaeffer, Ingo (Hrsg.): *Wissenschaft in der Wissensgesellschaft*. Wiesbaden 2003.
- Cleempoel, Koenraad van: *Astrolabes at Greenwich: A Catalogue of the Astrolabes in the National Museum*. Oxford 2005.
- Darnton, Robert: „History of Reading“, in: Burke, Peter (Hrsg.): *New Perspectives on Historical Writing*. Cambridge 1992. S. 140–167.
- Daum, Andreas W.: „Varieties of Popular Science and the Transformations of Public Knowledge. Some Historical Reflections“, in: *Isis* 100 (2009) 2. S. 319–332.
- Dohrn-Van Rossum, Gerhard: *Die Geschichte der Stunde. Uhren und Moderne Zeitordnungen*. München, Wien 1992.
- Gil, Thomas: *Die Praxis des Wissens*. Saarbrücken 2006.
- Grieb, Manfred: *Nürnberger Künstlerlexikon: Bildende Künstler, Kunsthandwerker und Gelehrte*. München 2007.
- Horst, David: „Handlungen, Absichten und praktisches Wissen“, in: *DZPhil* 61 (2013) 3. S. 373–386.
- van Hulst, Merlijn; de Graaf, Laurens; van den Brink, Gabriel: „Reflections on Theory in Action. Exemplary Practitioners“, in: *Administrative Theory & Praxis* 33 (2011) 1. S. 120–142.
- King, David A.: *Astrolabes and angels, epigrams and enigmas: from Regiomontanus' acrostic for Cardinal Bessarion to Piero della Francesca's flagellation of Christ; an essay*. Stuttgart 2007.
- Kintzinger, Martin: *Wissen wird Macht. Bildung im Mittelalter*. Stuttgart 2003.
- Kretschmann, Carsten: „Einleitung: Wissenspopularisierung – ein altes, neues Forschungsfeld“, in: ders. (Hrsg.): *Wissenspopularisierung. Konzepte der Wissensverbreitung im Wandel*. Berlin 2003. S. 7–23.
- Krol, Christine A.: „Coming to Terms: Reflective Practice“, in: *The English Journal* 86 (1997) 5. S. 96–97.
- Morrison, James E.: *The Astrolabe*. Rehoboth Beach, Delaware 2009.
- North, John D.: „The Astrolabe“, in: *Scientific American* 230 (1974) 1. S. 96–106.
- Oestmann, Günther: *Geschichte, Konstruktion und Anwendung des Astrolabiums bei Zifferblättern astronomischer Uhren*. La Chaux-de-Fonds 2014.

Peterson, Sonja: *Vom ‚Schwachstarkasten‘ und seinen Fabrikanten. Wissensräume im Klavierbau 1830–1930*. Münster 2011.

Pilz, Kurt: *600 Jahre Astronomie in Nürnberg*. Nürnberg 1977.

Polanyi, M.: *The tacit dimension*. New York 1966.

Saunier, Claudius: *Die Geschichte der Zeitmeßkunst von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart*. Bautzen 1903.

Schneider, Ivo: „Die mathematischen Praktiker im See-, Vermessungs- und Wehrwesen vom 15. bis zum 19. Jahrhundert“, in: *Technikgeschichte* 37 (1970). S. 210–242.

Shinn, Terry; Whitley, Richard (Hrsg.): *Expository Science: Forms and Functions of Popularisation*. Dordrecht 1985.

Stein, Peter: *Schriftkultur. Eine Geschichte des Schreibens und Lesens*. Darmstadt 2006.

Turner, Anthony J.: *Time Measuring Instruments*. Rockford 1985.

Wintroub, Michael: „The Heavens Inscribed: The Instrumental Poetry of the Virgin in Early Modern France“, in: *The British Journal for the History of Science* 42 (2009) 2. S. 161–185.

Online

Herbst, Klaus-Dieter: „Ritter, Franz“, in: Ders.: *Biobibliographisches Handbuch der Kalendermacher von 1550 bis 1750*. URL: http://www.presseforschung.uni-bremen.de/dokuwiki/doku.php?id=ritter_franz [letzter Zugriff am 31.05.2018].

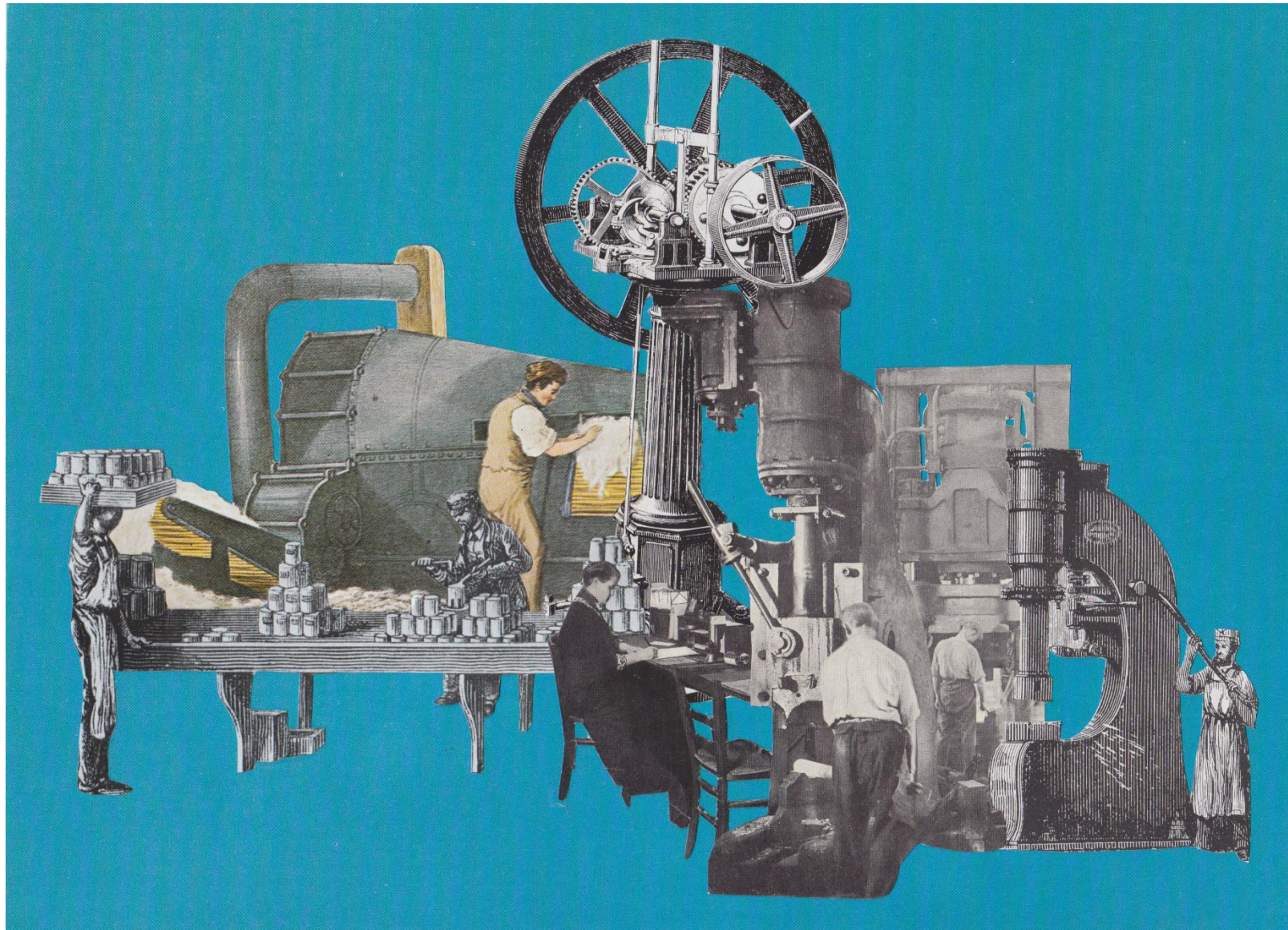
Reinmann-Rothmeier und Mandl, Heinz: „Wissen“, in: *Spektrum der Wissenschaft*, <http://www.spektrum.de/lexikon/psychologie/wissen/16892&>; Zugriff: 30. Mai 2015.

Ritter, Franz: *Astrolabium*. Nürnberg 1613. Bei Caymoxen verlegte Ausgabe: <http://digital.bibliothek.uni-halle.de/hd/content/pageview/193674> und <http://digital.bibliothek.uni-halle.de/hd/content/pageview/194250> [letzter Zugriff am 31.05.2018].

Bildnachweise

Abb. 1: Frontalansicht eines Astrolabiums aus North, John D.: „The Astrolabe“, in: *Scientific American* 230 (1974) 1. S. 96–106. Hier S. 96.

Abb. 2: Explosionsansicht eines Astrolabiums aus North, John D.: „The Astrolabe“, in: *Scientific American* 230 (1974) 1. S. 96–106. Hier S. 97.



Laura Voss, 2015-08-29

Collage

Gebruuchsanleitungen für „lebende Maschinen“? Synthetische Biologie zwischen Ingenieur und Anwender

Michael Funk

Einleitung

Technologien wie Roboter, selbstfahrende Autos, Drohnen oder das Internet der Dinge erregen ein hohes öffentliches Aufsehen – aus guten Gründen. Denn mit Entwicklungen wie diesen sind gesellschaftliche Herausforderungen des sicheren Umgangs mit Daten oder der Ersetzbarkeit menschlicher Arbeit verbunden. Obwohl sich für die synthetische Biologie ähnlich problematische ethische und soziale Fragen stellen, scheint das öffentliche Interesse an dieser Technologie jedoch momentan geringer auszufallen. Vielleicht liegt das daran, dass neue Roboter oder Autos auf allgemeinen Grundverständnissen aufbauen. Wir sind sinnlich an ihre Vorgänger gewöhnt, wohingegen die synthetische Biologie mit mikroskopisch kleinen Einzellern arbeitet, deren sinnlich spektakuläre Anwendungsfälle noch ausstehen. Trotzdem ist der Bedarf an ethischer Reflexion und kritischer Technikfolgenabschätzung auch in diesem Bereich hoch. Es ist schließlich besser, sich vorher Gedanken über Handlungsfolgen zu machen, als wenn es schon zu spät ist. Mit dieser Motivation wird in vorliegendem Beitrag zur Diskussion „Schafft Wissen. Gemeinsames und geteiltes Wissen in Wissenschaft und Technik“ ein (nicht auf Vollständigkeit angelegter) Streifzug durch interdisziplinäre Debatten zur synthetischen Biologie unternommen.

Über den Begriff des synthetischen bzw. künstlichen Lebens schreibt Georg Toepfer: „In conclusion, with the creation of living machines synthetic biology will not necessarily strengthen our purely mechanistic view of life but rather broaden our concept of machines.“ (Toepfer 2016, p. 82) Mit Maschinen werden externe technische Dokumentationen zum bestimmungsgemäßen Umgang geliefert. Meistens haben die Nutzer¹ wenig Ahnung von den technischen Details – der epistemischen Tiefenstruktur. Was sie aber erlernen oder schnell nachschlagen können müssen, ist popularisiertes Umgangswissen – die epistemische Oberflächenstruktur. Wissen zwischen Ingenieuren und Anwendern wird wesentlich mittels Gebrauchsanleitungen geteilt. Wenn „lebende Maschinen“

1. Zur besseren Lesbarkeit werden im Fortgang ausschließlich männliche Wortformen verwendet. Die entsprechende weibliche Wortform ist stets mit gemeint.

nun aber, wie Toepfer schreibt, unseren Begriff von Maschinen erweitern², erweitert oder ändert sich dann auch unser Begriff von Gebrauchsanleitungen³? Der erwähnte Streifzug durch interdisziplinäre Debatten zur synthetischen Biologie soll in vorliegendem Beitrag anhand dieser Frage erfolgen. Was sind Eigenschaften und Besonderheiten einer Gebrauchsanleitung für „lebende Maschinen“? Welche epistemologischen (das Wissen betreffenden) und ethischen (die Moral und Verantwortung betreffenden) Herausforderungen ergeben sich?

Unter der Annahme, dass auch technische Laien in Zukunft mit synthetischen Organismen umgehen werden und entsprechendes Oberflächenwissen für den gelingenden Umgang brauchen – bei gleichzeitigem Fehlen biologischen Tiefenwissens – wird in sechs Abschnitten aus verschiedenen philosophischen Perspektiven die Frage nach einer möglichen Gebrauchsanleitung für „künstliche“, synthetische Organismen gestellt. Nicht berücksichtigt sind politische, ökonomische oder juristische Faktoren wie Normierungen oder rechtliche Regulierung. Auch mediale Einflüsse und die Akzeptanzproblematik seitens verschiedener Bevölkerungsgruppen müssen ausgespart bleiben. Insofern scheinen in vorliegendem Beitrag Indizien darüber auf, was in der Zukunft Gebrauchsanleitungen für „lebende Maschinen“ von Gebrauchsanleitungen herkömmlicher Geräte unterscheiden könnte. Eine abschließende Antwort auf diese Frage lässt sich aber im Voraus nur in einem transdisziplinären Projekt mit Biologen, Medien- und Sozialwissenschaftlern sowie Juristen erarbeiten. Vorliegender Text könnte ein solches Projekt vorbereiten helfen, verfolgt aber primär das Ziel, einen Beitrag zur philosophischen und sozialwissenschaftlichen Grundlagendebatte anzubieten.

Im ersten Teil „Synthetische Biologie – auch Ingenieure feiern Geburtstag“ findet eine Annäherung an die Disziplin der synthetischen Biologie, ihre Vorgeschichte, ihre Definition und ihren Ingenieurcharakter statt. Abschnitt 2 verhandelt unter dem Titel „Von oben sieht unter dem Schirm alles gleich aus – von der Seite betrachtet nicht“ Unterschiede zwischen synthetischer Biologie und Biotechnologie, den „umbrella status“, das Layer-Modell und eine Minimaldefinition. Drittens folgt „Nicht wissen, aber machen – auch Biologie kommt in der Garage vor“, wobei epistemische Unterschiede zwischen Systembiologie und

-
2. Es wird davon ausgegangen, dass es „lebende Maschinen“ bisher noch nicht gegeben hat. Ein Pferd ist keine „lebende Maschine“, auch wenn es durch Züchtung zielgerichtet verändert worden wäre. In diesem Sinne sind auch alle animistischen Deutungen nicht zu berücksichtigen, nach denen prinzipiell jedes Objekt eine Seele oder einen Lebenshauch haben könnte. Wenn durch synthetische Biologie also erstmals „lebende Maschinen“ als neuer Begriff von Maschine möglich werden, dann ist in diesem Zusammenhang zu fragen, ob es auch neue Anforderungen an Begriff und Gestaltung von Gebrauchsanleitungen geben könnte.
 3. In vorliegendem Aufsatz wird konsequent von Gebrauchsanleitungen gesprochen, obwohl es eine Reihe synonyme Begriffe wie Bedienungsanleitung, Betriebsanweisung oder Benutzerhandbuch gibt. Diese sind Teil der externen technischen Dokumentation und sollen in schriftlicher Form zur sicheren und bestimmungsgemäßen Verwendung eines technischen Gerätes anleiten. Details sind in der aktuellen deutschen/europäischen Norm DIN EN 82079-1 (VDE 0039-1:2013-06) „Erstellen von Gebrauchsanleitungen – Gliederung, Inhalt und Darstellung“ geregelt. Ob und wie sich diese Norm durch „lebende Maschinen“ in Zukunft ändern wird, ist nicht ohne juristische Expertise zu beantworten und bleibt als weiterführende Forschungsfrage in vorliegendem Text noch unbeantwortet.

technoscience sowie die Rolle von Nichtwissen Darstellung finden. In der vierten Sektion „Vom dümmsten zum bösesten anzunehmenden Nutzer – kein Traum von der idiotensicheren Anleitung“ stehen ethische Fragen der Verantwortung und Technikzukünfte, des Folgewissens und des *dual use* im Mittelpunkt. Es folgt fünftens „Hermes spielt Gott – metaphorisch“ und eine Erörterung der Hermeneutik impliziten und expliziten Wissens sowie der metaphorischen Rede in der synthetischen Biologie. Zuletzt wird unter dem Titel „Lebende Maschinen und natürliche Kuchenrezepte – Ordnung muss sein“ auf die Kritik an der Programm- und Rezeptmetapher sowie am Genzentrismus und der *genetic firewall* eingegangen. Gedanken zum Begriff des Lebens und dem Prinzip der methodischen Ordnung schließen die Darstellung ab. Im Schlussteil wird eine kurze Zusammenfassung gegeben.

Synthetische Biologie – auch Ingenieure feiern Geburtstag

Die EU-Kommission Health & Consumers hat im September 2014 eine Arbeitsdefinition der synthetischen Biologie vorgelegt, die sich sowohl zur Risikoabschätzung eignet als auch offen für neue technologische Entwicklungen sein soll: „SynBio is the application of science, technology and engineering to facilitate and accelerate the design, manufacture and/or modification of genetic materials in living organisms.“ (EU-Kommission 2014, S. 5)

Synthetische Biologie wird neben Robotics oder Nanotechnologie zu den *emerging technologies* gezählt. Was sie jedoch von anderen aufstrebenden bzw. neu entstehenden Forschungsfeldern unterscheidet, ist ihre exakte Geburtsurkunde. Ungewöhnlich genau lässt sich ihr „Geburtsstag“ auf den 10. Juni 2004 datieren. Am Massachusetts Institute of Technology begann an jenem Tag die Gründungskonferenz „SB 1.0“, und seitdem hat sich das Forschungsfeld mit diversen Journals, Konferenzen und Förderformaten rasant entwickelt (Acevedo-Rocha 2016, S. 10f.; Engelhard et al. 2016a, S. 3f.). Es kann bezweifelt werden, ob die so präzise Datierung des Beginns einer Disziplin überhaupt sinnvoll ist – insbesondere wenn die Möglichkeit der ökonomischen und öffentlichkeitswirksamen Selbstinszenierung neuer Forschungsfelder in Betracht gezogen wird. So wird auch die Arbeit der Craig-Venter-Gruppe 2010, in welcher die Lebensfähigkeit eines Bakteriums mit synthetisiertem Genom beschrieben wurde, als „mediale Geburtsstunde der synthetischen Biologie“ diskutiert (Pühler 2011, S. 11). Auf jeden Fall lässt sich für die synthetische Biologie – trotz ihrer ungewöhnlich exakten Geburtsurkunde und spektakulären medialen Erfolge 2010 – sowohl der Sprache als auch dem Phänomen nach eine längere Vorgeschichte aufzeigen.

Zur sprachlichen Vorgeschichte: Nach einem bereits 1906 erschienen, kleineren Aufsatz veröffentlichte der französische Biologe und Mediziner Stéphane Leduc 1912 ein Buch unter dem Titel *La Biologie Synthétique* und argumentiert mit der Möglichkeit der experimentellen Erschaffung künstlichen Lebens gegen vitalistische Positionen seiner Zeit. 2013, rund 100 Jahre später, spricht Craig Venter in seinem Werk *Life at the Speed of Light. From the Double*

Helix to the Dawn of Digital Life von den Möglichkeiten einer „Software des Lebens“. Er richtet sich ebenfalls – nun mit enorm erweiterten technischen Mitteln – gegen vitalistische Erklärungsversuche biologischen Lebens (Achatz 2014, S. 85f.; Toepfer 2016, S. 77). Auch wenn in der oben genannten Definition der EU-Kommission Begriffe wie „künstlich“ oder „artificial“ nicht explizit auftauchen, lässt sich unter synthetischer Biologie doch die Erschaffung „künstlichen“ Lebens mit experimentellen und technologischen Mitteln verstehen. Diese Idee und der dazugehörige Begriff datieren spätestens auf das Jahr 1912 und wurden in den 1970er Jahren durch Waław Szybalski erneuert (Acevedo-Rocha 2016, S. 10; Bölker et al. 2016, S. 28). Die gegenwärtige disziplinäre Selbstschöpfung fand erst 2004 statt.

Dem Phänomen nach folgt die synthetische Biologie der Biotechnologie seit den 1970er Jahren, diese der Entdeckung der DNA-Doppelhelix durch Watson, Crick und Franklin 1952/53, und diese wiederum den Mendelschen Vererbungsgesetzen sowie der theoretischen Grundlegung der modernen Evolutionsbiologie in Charles Darwins Buch *On the Origin of Species* 1859. Mitte des 19. Jahrhunderts leistete Gregor Mendel fast zeitgleich mit Darwin Weichenstellungen für die heutige Biologie. Zur Darwin'schen Evolutionstheorie traten erste theoretische Regeln der Vererbung organismischer Eigenschaften (Knippers 2012, S. 2-8, S. 215f.; Junker 2004). Diese theoretischen Regeln gingen über zum Teil 10.000-12.000 Jahre altes (kunst-)handwerkliches Züchtungswissen hinaus (Irrgang 2003; Ders. 2004b). Der Schritt von einer Biologie als analytischer Wissenschaft zur Biologie als synthetischem Forschungsprinzip und einem entsprechenden Verständnis belebter Phänomene erfolgte gleichfalls im späten 19. Jahrhundert, diesmal durch die Arbeiten von Albert Blakeslee, Emil Fischer, Jacques Loeb, Stéphane Leduc und Hugo de Vries (Acevedo-Rocha 2016, S. 9f.; Bölker et al. 2016, S. 42; Junker 2004; Steizinger 2016, S. 284f.; Toepfer 2016, S. 76-78).

Mit der Entdeckung der DNA-Doppelhelix 1952/53 durch Watson, Crick und Franklin ließ sich die materielle, molekulare Grundlage biologischer Vererbung konkret benennen (Acevedo-Rocha 2016, S. 10; Knippers 2012, S. 79-95). Der abstrakte Terminus „Gen“ wurde sinnlich konkret und das Bild der Doppelhelix zu einer „Ikone der Biologie“ (Knippers 2012, S. 88). Mit diversen technischen Erfindungen, wie etwa dem biochemischen Zerschneiden der DNA durch Restriktionsenzyme oder Techniken des Gentransfers, wurden in der Folge die Grundlagen der Biotechnologie bzw. des *genetic engineering* gelegt. Hinzu trat das Wissen um die Universalität des genetischen Codes. In der Folge ließ sich das Phänomen des biologischen Lebens seit den 1970er Jahren nicht mehr nur durch Zuchtauswahl verändern, sondern durch diverse technische Verfahren auf Basis theoretischer Erkenntnisse in Laboratorien – einschließlich vielfältiger disziplinärer Zugänge durch Bioinformatik, chemische Verfahren oder Systembiologie (Acevedo-Rocha 2016, S. 10f.; Bölker et al. S. 28f.; Engelhard et al. 2016a, S. 4; Knippers 2012, S. 133-154). Die synthetische Biologie schließt unmittelbar an diese Entwicklungen an. Somit stellt sie sich wie in der EU-Definition als „the

application of science, technology and engineering to facilitate and accelerate the design, manufacture and/or modification of genetic materials in living organisms“ dar (EU-Kommission 2014, S. 5).

Momentan und in absehbarer Zukunft geht es dabei um einzellige Lebensformen. Komplexere Organismen, Wirbel- oder gar Säugetiere liegen (noch) nicht in Fokus und Kompetenz der Forscher. Die synthetische Biologie befindet sich in einem Proof-of-principle-Stadium. Trotz beachtlicher Erfolge und vielversprechender Anwendungsszenarien⁴ stehen noch keine konkreten Ergebnisse für den tatsächlichen Einsatz zur Verfügung (Achatz & Knoepffler 2014, S. 7). Im Unterschied zur Biotechnologie, durch welche bestehende Lebensformen gentechnologisch modifiziert werden, geht es jedoch in der synthetischen Biologie um das Erschaffen kompletter Zellen. Die synthetische Biologie ist die Fortführung der Biotechnologie (Bölker et al. 2016, S. 28). Da die DNA als biochemische Operationseinheit einen Durchmesser von nur 2 Nanometern aufweist, spricht Armin Grunwald in diesem Zusammenhang auch von „konsequenter Weiterentwicklung der Nanobiotechnologie“ (Grunwald 2012, S. 178) und „Fortführung der Molekularbiologie mit nanotechnologischen Mitteln“ einschließlich „Nanobionik“ (Ebd., S. 188; siehe auch Simmel 2011). Beiden Bereichen – Biotechnologie und synthetischer Biologie – gemeinsam sind Ingenieurmethoden, die zur Bezeichnung „Bioingenieurwesen“ geführt haben. In Gestalt der synthetischen Biologie strebt das Bioingenieurwesen, wie gesagt, nicht (nur) die Veränderung bestehender Lebensformen an, sondern die Konstruktion komplett künstlicher Organismen – Leben soll nicht nur verändert, sondern wie eine Maschine vom Reißbrett designt werden (Engelhard et al. 2016a, S. 2; Bölker et al. 2016, S. 29). Dementsprechend definiert Klaus Mainzer im Jahr 2011:

Die Synthetische Biologie ist also eine Technikwissenschaft des Künstlichen und Komplexen. Sie gehört zu den Wissenschaften vom Künstlichen, sofern sie auf Computersimulation und mathematische Modelle zurückgreift. Als Wissenschaft vom Komplexen modelliert sie die Evolution des Lebens durch die Selbstorganisation komplexer Systeme. Als Technikwissenschaft untersucht sie Bedingungen, unter denen neue Systeme entstehen und realisiert werden können. (Mainzer 2011, S. 31)

Dabei dominieren vier Methoden: *top-down*, *bottom-up*, parallel und orthogonal (Acevedo-Rocha 2016, S. 12-15). Zu den charakteristischen klassischen Inge-

-
4. Mögliche zukünftige Anwendungen sind die Erzeugung pharmazeutischer Wirkstoffe oder nicht-fossiler Treibstoffe, außerdem die Umweltsanierung oder Schadstoffbeseitigung. Auch diverse Anwendungen in der Lebensmittelindustrie, in der Landwirtschaft und im privaten wie gewerblichen Gartenbau sind denkbar. In all diesen Situationen wird durch Gebrauchsanleitungen der sachgemäße Umgang kommuniziert werden müssen. Besondere Herausforderungen stellen sich, wenn die Endanwender technische Laien sind. Es kann nur in den wenigsten Anwendungsszenarien unterstellt werden, dass die Nutzer gleichermaßen viel über synthetische Biologie wissen wie die Entwickler und Produzenten. Das Problem der Wissenspopularisierung stellt sich nicht nur zwischen Ingenieuren und technischen Laien, sondern auch schon beim Übergang zwischen verschiedenen wissenschaftlichen oder technischen Disziplinen. Ein klassischer Maschinenbauer kann sich in seinem Bereich als hoch kompetent ausweisen, aber für den gelingenden Umgang mit „lebenden Maschinen“ doch auf entsprechend aufbereitete Kenntnisse seiner Kollegen aus der synthetischen Biologie angewiesen sein.

nieurmethode n zählen *top-down*-Verfahren, wobei Teil für Teil einem übergeordneten Plan folgend das Produkt erstellt wird. So gesehen ähnelt die synthetische Biologie in ihrem Konstruktionsanspruch klassischen Ingenieurfächern wie Maschinenbau oder Elektrotechnik. Als weitere bekannte Ingenieurprinzipien treten Modularisierung und Standardisierung hinzu. Dies schließt vorgefertigte Bauteile oder ganze Gruppen – die sogenannten „Biobricks“ – mit ein. Leben ist hier mehr als ein Naturphänomen; es soll als technisches Mittel gestaltet werden (Bölker et al. 2016, S. 31f.; Engelhard et al. 2016a, S. 4; Grunwald 2012, S. 189f.; Mainzer 2011, S. 29f.). Die Mittel der aktuellen Biologie gehen dabei in ihrem Ingenieurcharakter und theoretischen Anspruch, sowie dem zugrunde liegenden Wissen über seit Generationen bekannte Züchtungsverfahren hinaus. Eine Gebrauchsanleitung müsste das berücksichtigen und würde nicht zur Popularisierung handwerklicher Züchtungsregeln dienen. Nur insofern Ingenieure auch kunsthandwerkliches Wissen besitzen, wären solche Kenntnisse für eine Gebrauchsanleitung „lebender Maschinen“ bedeutsam. Gibt es noch darüber hinausgehende Unterschiede zwischen synthetischer Biologie und dem herkömmlichen Bioingenieurwesen?

Von oben sieht unter dem Schirm alles gleich aus – von der Seite betrachtet nicht

Auf der Webseite der Synthetic Biology Community findet sich eine Definition ähnlich der eingangs erwähnten Formulierung der EU-Kommission: „Synthetic Biology is A) the design and construction of new biological parts, devices, and systems, and B) the re-design of existing, natural biological systems for useful purposes.“ (www.syntheticbiology.org [letzter Zugriff am 5.6.2017]) Dabei lassen sich – auch in Anbetracht unscharfer Übergänge – zumindest zwei neue Eigenschaften der synthetischen Biologie benennen, wie erstens die Absicht, neue biologische Elemente oder Systeme zu entwerfen und zu konstruieren. Im Gegensatz zu genetisch modifizierten Organismen (GMO) geht der Eingriff in den Organismus bei synthetischen Zellen sehr viel tiefer. Hinzu treten Xeno-Organismen⁵, durch welche nicht-natürliche chemische Komponenten in lebende Systeme eingebracht werden. Insofern unterscheidet sich die synthetische Biologie auch durch Orthogonalität von der Biotechnologie und vom *genetic engineering* (Engelhard et al. 2016a, S. 7; Bölker et al. 2016, S. 29). Unter Berücksichtigung der vielen beteiligten Disziplinen, Verfahren und Ansätze kommen Engelhard et al. im Jahr 2016 zu einer Minimaldefinition, die ähnlich wie in den gegenwärtigen Debatten um den Begriff des Lebens von einem „umbrella term“ (siehe auch

5. Xeno-Organismen, Xeno-Zellen und Xeno-Leben sind Gegenstand der Xenobiologie und somit Teil der synthetischen Biologie. „Xeno“ bedeutet im Altgriechischen „Gast“ oder „Fremder“. Bildlich sind damit nicht-natürliche Elemente gemeint, die auch als Erweiterung des genetischen Codes in DNA (Desoxyribonukleinsäure) eingebracht werden. Diese wird dadurch zur XNA (Xenonukleinsäure).

Eichinger 2016, S. 276; Falkner 2016, S. 255; Hagen et al. 2016, S. 4; Steizinger 2016, S. 278) ausgeht:

Today, synthetic biology is a very diverse field. It comes along in a mosaic-like structure for which there exists no sharply-cut and generally accepted definition. [...] Thus, the label 'synthetic biology' serves more as an umbrella term. (Engelhard et al. 2016a, S. 6)

Entsprechend eines klassifikatorischen Layer-Modells sind für Bölker et al. dabei mindestens drei Ebenen des Umgangs mit synthetischen Organismen zu unterscheiden. Jede Ebene entspricht einem Hauptforschungsansatz und führt zu einem zugeordneten terminologischen Konzept natürlicher und synthetischer Organismen:

Engineering Biology, aiming at the transformation of biology into an engineering discipline by introducing standardized modules, parts and devices with well-described characteristics that can be used to construct novel biological systems or to redesign existing living systems.

Orthogonal Biology, trying to create cells that are unable to exchange genetic information with natural organism either by integrating non-natural molecular compounds (xeno-life) or by reassignment of the natural genetic code (recoded life).

Protocell Research, aiming at recapitulation of prebiotic evolution by building simple cellular vesicles that fulfil at least some criteria of living systems. (Bölker et al. 2016, S. 30 [Hervorhebungen im Original]; siehe auch Ebd., S. 36-47)

Es zeigt sich, dass unter dem Schirm der synthetischen Biologie diverse Ansätze und Verfahren Platz finden. Der Begriff des Arbeitsergebnisses, also des „synthetischen Organismus“, nimmt dabei einen ähnlichen „umbrella status“ ein. Was unter einem solchen zu verstehen ist, hängt vom Verfahren seiner Erzeugung ab. Eine reine Betrachtung des Ingenieurcharakters macht also Unterschiede zwischen Züchtung (Handwerk) und Biotechnologie bzw. Gentechnik (Ingenieurwesen) sichtbar. Zur Klärung der Besonderheiten synthetischer Biologie ist außerdem noch der Blick für die Eingriffstiefe in lebende Organismen, sowie biochemische Besonderheiten des orthogonalen Ansatzes („Xeno-Zellen“) und der Protozellen-Forschung („Minimalzellen“) nötig. Aus Sicht der Forscher gibt es dementsprechend mindestens drei Formen synthetischer Biologie und damit verbunden auch mindestens drei Begriffe „künstlichen Lebens“. Carlos G. Acevedo-Rocha diskutiert sogar sechs Begriffe von „Genetically Modified Organism“ (GMO) über „Genomically Edited Organism“ (GEO) bis hin zu „Chemically Modified Organism“ (CMO) (Acevedo-Rocha 2016, S. 15-31).

Für die Frage nach Gebrauchsanleitungen ergibt sich folgende Option: Entweder muss für jede mögliche Form künstlicher Organismen (mindestens drei bis sechs verschiedene) ein je eigenes Konzept der Gebrauchsanleitung bedacht werden, oder aber es gibt andere Kriterien, nach denen sich Gebrauchsanleitungen zu richten haben. Da eine Unterscheidung der dargelegten Ebenen und Begriffe auf der Grundlage komplexen ingenieurtechnischen und naturwissenschaftlichen Wissens möglich ist, kann diese nicht ohne Weiteres an Techniknutzer herangetragen werden. Die verschiedenen Layer und Termini begründen

sich also aus der Perspektive einer epistemischen Tiefenstruktur: Man muss sich fachlich schon sehr gut auskennen, um die Unterschiede zu begreifen. Eine Gebrauchsanleitung soll jedoch Wissen popularisieren, also eine für Laien einfach zugängliche Oberflächenstruktur bieten. Das spricht für die zweite Option. Außerdem gibt es eine Anzahl nicht-technischer Kriterien, zum Beispiel juristische Normen, denen eine Gebrauchsanleitung ebenfalls gerecht werden muss.

Dementsprechend können wir davon ausgehen, dass sich die Herausforderung der Wissenspopularisierung im Umgang mit synthetischen Organismen nicht nach dem jeweiligen Layer richtet (denn diese begründen sich aus Sicht der Forscher), sondern nach der konkreten Nutzungsform synthetischer Organismen (aus Sicht der Anwender plus ethische und juristische Regulierung). Diese Annahme gilt für Gebrauchsanleitungen – die Schnittstelle des geteilten Wissens zwischen Ingenieur und Nutzer –, nicht jedoch für die intensiv geführten Debatten zur Risikoabschätzung und Biosicherheit. In diesen Bereichen spielt das Layer-Modell offensichtlich eine wichtige Rolle (Bölker et al. 2015, S. 33, S. 39, S. 47; siehe auch: Acevedo-Rocha 2016, S. 32ff.; Engelhard 2016b; Illies 2016). Um zu begreifen, was für Nutzer popularisiert an die epistemische Oberfläche gebracht werden soll (und damit auch die ethische Problematisierung vorzubereiten), ist also zu fragen: Wie wissen die Experten? Haben wir hier unter Experten Naturwissenschaftler, Ingenieure oder Garagen-Tüftler zu verstehen?

Nicht wissen, aber machen – auch Biologie kommt in der Garage vor

Fast zu einem Topos des Ingenieuransatzes im Umgang mit Leben wurde eine Aussage Richard Feynmans: „What I cannot create, I do not understand.“ Im Zusammenhang mit synthetischer Biologie wird dieses Zitat oft in unterschiedlichen Kontexten wiederholt (Acevedo-Rocha 2016, S. 14, S. 24; Nordmann 2014, S. 3ff.; Steizinger 2016, S. 279). Der Feynmansche Slogan lässt sich zum Beispiel als Maxime des Bioingenieurwesens lesen, als Aufforderung, Leben durch Nachbauen zu begreifen. Er kann als konstruktivistisches Paradigma der synthetischen Biologie dienen und dabei gleichzeitig den ingenieurtechnischen Anspruch dieser jungen Disziplin illustrieren. Wenn es der Genetik mit herkömmlichen Mitteln nicht gelingt, dem Leben auf die Spur zu kommen, dann – so die Motivation mancher Forscher – eben mit der synthetischen Biologie (Knippers 2012, S. 348ff.). So lassen sich weitere Definitionen der synthetischen Biologie entwickeln. Für Acevedo-Rocha geht es theoretisch betrachtet nur um Ingenieurleistungen, nicht mehr um Wissenschaft. Praktisch gesehen ist synthetische Biologie hingegen eine Zusammensetzung unterschiedlicher „research tribes“ in interdisziplinären Arbeitsgruppen, sowie „Do-it-yourself“-Biologen (Acevedo-Rocha, S. 11) – Garagen-Tüftler.

Die Frage nach dem Verhältnis zwischen Natur- und Technikwissenschaften sowie dem Wissen technischer und wissenschaftlicher Handlungsformen bzw. Disziplinen wird neu gestellt. Alfred Nordmann betont in diesem Zusammenhang die Rolle des Künstlichen und des auf Grundlage materiellen Wissens

Gemachten. Im praktischen Sinne bezeichnet synthetische Biologie eine Form der technischen, nicht jedoch der wissenschaftlichen Komplexitätssteigerung:

Synthetic biology is thus „synthetic“ firstly in the sense of not being analytic, of generating rather than reducing complexity, and secondly in the sense of being non-natural, artificial biology, that is, in virtue of engineering not within the domain of the natural, but entirely within the sphere of the synthetic even as it utilizes knowledge about and materials from the material sphere of the biological. This is what sets it apart from molecular biology as well as genetic engineering. (Nordmann 2014, S. 19f.)

Nordmann unterscheidet zwei „epistemic ideals“ bzw. „mind-sets“. Auf der einen Seite stehen die Vertreter einer Systembiologie, die unter synthetischer Biologie eine theoretische Wissenschaft verstehen, in welcher aus methodischen Gründen Komplexität reduziert werden muss. Davon ist der an Praxis orientierte *technoscience*-Ansatz (siehe auch Müller 2016) zu unterscheiden. Denn entgegen dem systembiologischen Paradigma vertreten dessen Befürworter keinen Reduktionismus, sondern weisen auf die Erzeugung nicht-theoretisierter Komplexität durch die Verbindung wissenschaftlichen Wissens und technischer Fähigkeiten hin. Dem systembiologischen Ansatz geht es um wissenschaftliches Wissen und rationale Ingenieurmethoden. Nichtwissen soll abgebaut werden. Für *technoscience* steht hingegen das Bewirken praktischer Resultate – trotz begrenztem theoretischen Wissen – im Mittelpunkt. Entsprechend ist eine ausdrückliche Toleranz gegenüber Nichtwissen und „black-boxes“ vorhanden (Nordmann 2014, S. 10-14, S. 21).

Ein Beispiel für den *technoscience*-Ansatz in der synthetischen Biologie und das entsprechende Fertigkeitwissen sieht Nordmann in strategischen Designprozessen von iGEM-Arbeitsgruppen. iGEM⁶ ist ein jährlich stattfindender Wettbewerb für Nachwuchswissenschaftler auf dem Gebiet der synthetischen Biologie, der in verschiedenen Kategorien an verschiedenen Orten ausgetragen wird. „Working knowledge“, Arbeitswissen und das Ausprobieren, wie viel sich auch ohne theoretische Erklärung praktisch bewirken lässt, charakterisiert das epistemische Selbstverständnis der beteiligten Forscher und Tüftler. Der praktische Umgang mit Nichtwissen ist ein prägender Bestandteil. Insofern folgen sie eher einer Methodik der *technoscience* als der systembiologischen Herangehensweise (Ebd., S. 12, S. 15). Die von Nordmann dargestellte epistemische Diskrepanz zwischen synthetischer Biologie als „applied systembiology“ (Ebd., S. 10) und dem *technoscience*-Ansatz verweist auf eine generelle epistemische Diskrepanz: Was der Theoretiker vermeiden will, sucht der Praktiker geradezu. Von diesem epistemischen Spannungsverhältnis – (theoretisches) Nichtwissen meiden oder anstreben – ist das Forscherverständnis der synthetischen Biologie geprägt. Kennzeichnend für den *technoscience*-Ansatz ist es,

einer Forschungspraxis gerecht zu werden, für die die Trennung von Darstellung und Eingriff nicht mehr gilt. Wissenschaft und Technik seien eben darum ununterscheidbar geworden, weil die Darstellung der Natur

6. iGEM ist die Abkürzung für „International Genetically Engineered Machine“. Weitere Infos zur Foundation, Community und dem Wettbewerb finden sich auf igem.org.

immer schon mit einer technischen Naturveränderung einhergeht – was dargestellt wird, ist nicht das Bleibende der Natur an sich, sondern bereits ein Erzeugnis technowissenschaftlicher Praxis. Auch die Ablösung des rein innerwissenschaftlichen Argumentierens von den materiellen Gegebenheiten im Labor gehört hiernach nicht mehr zum Selbstverständnis der Forscher. (Nordmann 2005, S. 213)

Die Materialität des Forscherhandelns und Sprechens (im Labor) und die nicht mehr mögliche Trennung von Technik und Wissenschaft kennzeichnen auch die Epistemologie der *emerging technologies* – wie die synthetische Biologie. Das Wissen um ein Phänomen lässt sich nicht von materiellen, technischen Bedingungen der Erzeugung des Phänomens abtrennen. Es gibt kein theoretisches Wissen um künstliche Organismen abgesondert von den Fertigkeiten der Forscher, die eine wiederholbare Erzeugung dieser Organismen ermöglichen.

Nordmann bringt diesen Umstand auf die prägnante Formel: „Selbst einen wissenschaftlichen Fortschritt kann es also auf der Ebene reiner und gewissermaßen sprachloser Phänomenbeherrschung geben.“ (Nordmann 2011, S. 570) Für Ingenieurdisziplinen sollte dies allemal gelten. In fünf Attributen lassen sich die Eigenschaften technowissenschaftlichen Fertigkeitenswissens zusammenfassen:

1. Dieses Fertigkeitenswissen ist nämlich erstens objektiv und öffentlich, indem es ausgestellt und dokumentiert wird.
2. Es ist zweitens nicht allgemein wie das auch Laien verfügbare Dingwissen sondern setzt eine je spezifische Wissenskultur voraus.
3. Drittens ist es kommunizierbar, auch ohne dass damit die Fertigkeit selbst oder ein bestimmtes Verstehen schon kommuniziert oder gelehrt wäre.
4. Das Fertigkeitenswissen beinhaltet viertens eine Kenntnis von Kausalbeziehungen
5. und sedimentiert sich fünftens als Verhaltensgewohnheit im Sinne von Charles Sanders Peirce. (Ebd., S. 575f.)

Damit sind auch Kriterien für die Unterscheidung zwischen handwerklichem Züchtungswissen und bioingenieurtechnischem Wissen gegeben. Für die Frage nach Gebrauchsanleitungen birgt das zweite Attribut einen besonders interessanten Hinweis. Das Fertigkeitenswissen ist aus Sicht der Forscher und Tüftler nicht allgemein: Es bleibt gebunden an eine Wissenskultur, die eben auch die erwähnten materiellen Aspekte einschließt. Damit ist so etwas wie eine Expertenkultur gemeint. Für Laien muss dieses Wissen jedoch in eine übergreifende Form übersetzt werden, um als Gebrauchsanleitung allgemeingültig anwendbar zu sein. Mit anderen Worten: Die Fertigkeiten der Anwender unterscheiden sich von den Fertigkeiten der Entwickler. Es wäre ein Fehler, so zu tun, als ob der Unterschied zwischen beiden Gruppen nur im Verfügen von objektiv-theoretischem und sprachlich verfasstem Wissen bestünde. Offensichtlich sieht es mit den Fertigkeiten im Umgang mit synthetischen Organismen auf beiden Seiten relativ dünn aus. Für Züchtungswissen gibt es mittlerweile bis zu 12.000 Jahre Erfahrungsbasis, *trial-and-error*-Prozesse und Meister, die ihr Wissen an Gesellen weitergeben. Für den Umgang mit Produkten der Biotechnologie liegen Erfahrungen erst

seit Kurzem vor (für synthetische Organismen praktisch gar nicht). Trotzdem schreitet die Forschung rasant voran. Ist das nicht gefährlich? Sollten bei Gebrauchsanleitungen hier nicht besondere Vorsichtsmaßnahmen integriert werden?

Vom dümmsten zum bösesten anzunehmenden Nutzer – kein Traum von der idiotensicheren Anleitung

Der ingenieurtechnische Umgang mit Einzellern in Laboratorien – folge dieser einer systembiologischen oder technowissenschaftlichen Leitlinie, *top-down*, *bottom-up*, parallel oder orthogonal – wirft nicht nur methodische und epistemologische, sondern ebenfalls eine Vielzahl ethischer, politischer, juristischer und sozialer Fragen auf. Das eine hängt mit dem anderen zusammen: Technische Handlungen (das Erzeugen „lebender Maschinen“ im Labor – oder wenigstens die Intention dazu/der Versuch) ziehen normative Reflexionen nach sich (Dürfen wir das? Sind die Risiken vertretbar? Wie müssen wir legislativ regulieren?). Im Idealfall findet die Folgenabschätzung schon vor den potentiell kritischen Handlungen statt. Es verwundert nicht, dass es im Umfeld der synthetischen Biologie intensive ethische Debatten gibt – wobei das Motto „Vorsicht ist besser als Nachsicht“ breite Zustimmung erfährt. So schreibt Christian Illies:

It is obvious that synthetic biology could also have harmful effects; it has the potential to change things radically. It is therefore desirable that ethical reflection accompanies synthetic biology from the outset. And luckily synthetic biology been accompanied by ethical reflection from the very beginning. (Illies 2016, S. 91)

Johannes Achatz und Nikolaus Knoepffler formulieren es so:

Gerade jetzt, in der Frühphase der Forschung, in der weitreichende Erfolgsaussichten und vielversprechende Anwendungsszenarien vorgelegt werden [...], aber konkrete Anwendungen noch ausstehen und keine marktreifen Produkte vorliegen, ist der richtige Zeitpunkt, um auch die gesellschaftlichen Konsequenzen dieser erhofften Fortschritte sowie ihre Risiken und Chancen zu überdenken. (Achatz & Knoepffler 2014, S. 8)

Für Armin Grunwald spielt das Konzept der Technikzukunft in der Folgenabschätzung eine herausragende Rolle und deutet den progressiven Charakter der Reflexion auch sprachlich an („...zukunft“):

Denn bevor man mit ethischen Kriterien an Herausforderungen und Verantwortungsfragen des technischen Fortschritts geht, muss man sich Vorstellungen vom *Gegenstand* ethischer Reflexion und von Verantwortungszuschreibung machen. Diese 'Vorstellungen' sind vielfach Vorstellungen über *zukünftige* Entwicklungen von Technik, über ihre Nutzung und die Folgen ihres Einsatzes, über deren Verantwortbarkeit befunden werden muss – Technikzukunft bilden einen zentralen Gegenstand ethischer Reflexion zu Verantwortung und Verantwortbarkeit im wissenschaftlich-technischen Fortschritt. (Grunwald 2014, S. 37 [Hervorhebungen im Original])

Es ließe sich nun einwenden, dass insbesondere Risiko-Debatten und Fragen der Biosicherheit wichtig sind und eher brennende ethische Probleme adressieren als Gedanken über Gebrauchsanleitungen. Ja, das stimmt. Aber warum in diesem Zusammenhang nicht auch über Gebrauchsanleitungen nachdenken? Hinsichtlich der Verantwortungsanalyse unterscheidet Armin Grunwald zum Beispiel fünf Faktoren: „(1) Jemand ist verantwortlich (2) für etwas (3) vor einer Instanz (4) relativ zu einem Regelwerk und (5) relativ zu einem Wissensstand.“ (Ebd., S. 43; siehe auch ders. 2011). Wenn Grunwald damit Recht hat, dann adressiert die Frage nach gemeinsamem und geteiltem Wissen besonders den fünften Aspekt, womit die Frage nach Gebrauchsanleitungen auch zu einem Teil der Verantwortungsproblematik wird. Denn sie betrifft den Wissensstand – relativ zum Nutzer. Das bedeutet im Umkehrschluss außerdem, dass Gebrauchsanleitungen nicht normativ neutral sind. Sie sind Teil des verantwortungsvollen Umgangs mit synthetischen Organismen und „lebenden Maschinen“. Welches Wissen dürfen oder müssen wir wie popularisieren?

Eine besondere ethische Herausforderung ist mit *dual use* – der Umnutzung – verbunden. Denn ein Entwickler kann zwar aus seiner Sicht Technik so sicher wie möglich gestalten. In der synthetischen Biologie und im weiter oben erwähnten Layer-Modell auf der Ebene des orthogonalen Ansatzes wird hierzu die *genetic firewall* als „ultimate safety tool“ diskutiert. Dadurch, dass die XNA⁷ einer Xeno-Zelle biochemisch (eigentlich) nicht mit der DNA eines natürlichen Organismus interagieren kann, sollte eine genetische Wechselwirkung zwischen „künstlichem“ und „natürlichem“ Leben ausgeschlossen sein (Bölker et al. 2016, S. 33, S. 39, S. 43-45; Marlière 2009; Schmidt, M. 2010; Schmidt, M. 2011; Schmidt, M. & de Lorenzo 2012). Aber was ein Anwender wirklich mit einer Technik macht, übersteigt regelmäßig die kühnsten Erwartungen der Entwickler. Manchmal wird von „Zweckentfremdung“ gesprochen oder sogar vom „dümms-ten anzunehmenden Nutzer“. In der Technikphilosophie hat sich für nicht intendierte Umnutzung neben *dual use* der Terminus „multistability“ etabliert (Ihde 1990). Gebrauchsanleitungen sind insofern nicht neutral, als sie einem Anwender auch das Wissen um potentielle Zweckentfremdung liefern (auch wenn sich der Entwickler/Produzent alle Mühe gibt, die intendierte Funktion möglichst „idiotensicher“ darzustellen). Ethisch am besorgniserregendsten ist jedoch nicht der „dümms-te“, auch nicht der „böseste“, sondern der „intelligenteste und fahrlässigste anzunehmende Nutzer“.

In Verantwortungsdebatten z. B. zur Synthetischen Biologie muss der Stand des verfügbaren Wissens über die zu verantwortende Zukunft erhoben und unter epistemologischen Aspekten, d. h. in Bezug zur Qualität und Belastbarkeit des Folgenwissens, kritisch reflektiert werden. (Grunwald 2014, S. 43)

7. XNA bedeutet Xenonukleinsäure. Im Gegensatz zur DNA (Desoxyribonukleinsäure) enthält sie zumindest ein künstliches Element und ist somit als Gegenstand der Xenobiologie auch der synthetischen Biologie zuzuordnen. Mit dem Einbringen künstlicher Elemente geht eine Erweiterung des genetischen Codes um neue („nicht-natürliche“) Aminosäuren einher. Kann DNA durch Züchtung indirekt verändert werden, braucht es bei XNA ein biotechnologisches Laboratorium.

Hermes spielt Gott – metaphorisch

Vorliegender Aufsatz zur interdisziplinären Diskussion „Schafft Wissen. Gemeinsames und geteiltes Wissen in Wissenschaft und Technik“ soll nicht nur einen Beitrag zur progressiven sozialen Reflexion der synthetischen Biologie leisten, sondern gleichzeitig auch einen Beitrag zur epistemologischen Grundlagende-batte, die direkt ethische Probleme im verantwortungsvollen Umgang mit deren Produkten betrifft. Hierfür sind hermeneutische Ansätze hilfreich. Für Armin Grunwald ist eine Auseinandersetzung mit Technikzukünften in Form einer kritischen Hermeneutik möglich.

In der Synthetischen Biologie zum Beispiel werden heute Visionen geäußert, die einen guten Teil der gesellschaftlichen Debatte mitbestimmen, deren heilsähnlichen Erwartungen von der Rettung aus der drohenden globalen Energiekrise bis hin zu den Befürchtungen des ‚Gott Spielens‘ reicht. Aufgabe einer Hermeneutik wäre hier die Deutung der Visionen und der die durch sie ausgelösten Kontroversen. (Grunwald 2012, S. 284)

In der Technikhermeneutik (Irrgang 1996) wird davon ausgegangen, dass dem Umgang mit Technik vergleichbare Verstehensprozesse zugrunde liegen wie dem Umgang mit Texten und Sprache – nur eben stärker leiblich-materiell eingebettet. Sowohl epistemologisch, als auch ethisch lässt sich auf diese Weise ein kritischer Zugang zur synthetischen Biologie gewinnen (Irrgang 2003; Ders. 2004b; Funk 2016).

Debatten werden sprachlich geführt; Gebrauchsanleitungen sind ebenfalls sprachlich verfasst. Methodisch ist also ein Zugang durch Technikhermeneutik und hermeneutische Technikfolgenabschätzung möglich, da Gebrauchsanleitungen nicht nur Formen der Wissenspopularisierung sind, sondern auch Übersetzungsleistungen, mit denen ein sachliches Anwendungsverständnis vermittelt werden soll. Visualisierungen und die technische Aufbereitung von Bildern spielen bei hermeneutischen Prozessen dieser Art eine wichtige Rolle (Ihde 1998). Sehr bekannt sind die Mischungen aus Aufbau- und Gebrauchsanleitungen großer skandinavischer Möbelhäuser, in denen eine leibliche Handlung (technische Praxis) allein durch Bilder und Symbole vermittelt wird. Bis hin zu Gebrauchsanleitungen in App-Form sind mediale Varianten verschiedenster Bildsprachen bekannt, in denen Gesten und somit Umgangsverständnis geteilt werden. Dem entsprechen eigene Wissensbereiche.

Das Kommunizieren von Wissen zwischen Ingenieuren und Anwendern geschieht auf verschiedenen epistemischen Ebenen. In der theoretischen Philosophie gibt es hierfür Verfahren zur Analyse von Wissensformen technischen und nicht-technischen Erkennens (Abel 2012; Irrgang 2004a; Kornwachs 2012). Vielen Verfahren liegt eine Grundunterscheidung zwischen Formen impliziten Wissens und Formen expliziten Wissens zu Grunde. Diese Unterscheidung lässt sich anhand der synthetischen Biologie mit der erwähnten Differenzierung Nordmanns zwischen der systembiologischen Herangehensweise und der *technoscience* illustrieren. Im systembiologischen Paradigma wird versucht, zu Gunsten

theoretischen Wissens praktische Komplexität zu reduzieren. Gegenüber *black boxes* und (theoretischem) Nichtwissen herrscht jedoch im *technoscience*-Paradigma eine ausdrückliche Toleranz. Mehr noch, es wird praktische Komplexität absichtlich erzeugt, auch wenn sich diese einer theoretischen Beherrschung entzieht. Die Systembiologie arbeitet somit unter dem Primat expliziten Wissens: Es geht um das Wissen, welches sich klar und eindeutig aussprechen lässt. Umgekehrt die *technoscience*: Der Polanyische Slogan „we can know more than we can tell“ (Polanyi 2009, S. 4) wird regelrecht zu einer Parole und einem Kondensat technowissenschaftlichen Fertigkeitwissens, wie Nordmann es beschreibt.

Sprache und Bilder in Gebrauchsanleitungen sind so wenig neutral wie Technik. Bilder und Worte übersetzen nicht nur sachliche technische Abläufe, sie funktionalisieren nicht nur die Popularisierung komplexer Operationen. Sie drücken auch nicht nur soziale Präferenzen, Ideologien, juristische Normen oder politische Werte zumindest indirekt aus. Gebrauchsanleitungen popularisieren vor allem ein Umgangsverständnis und eine konkrete epistemisch und ethisch bedeutsame Perspektive – sie sind Teil der ohnehin kontroversen öffentlichen Debatten im Umfeld der synthetischen Biologie. Hier kann eine kritische Technikhermeneutik ansetzen.

Eine 'hermeneutische Technikfolgenabschätzung' würde einerseits gegenwärtige Debatten über sich selbst aufklären und kommende Debatten vorbereiten, in denen es dann z. B. um die konkrete Technikgestaltung gehen könnte. (Grunwald 2014, S. 52)

Neben der Analyse konkreter Wissensformen (implizites und explizites Wissen) oder Darstellungsformen von Werten und Operationen (Texte, Bilder etc.) sind in den Debatten zur synthetischen Biologie besonders Metaphern in den Blickpunkt geraten (Falkner 2016; Keller 2003; Martern et al. 2016). Wie wir über synthetische Biologie und allgemeiner über Genetik reden, ist vielfach aus historischen und sachlichen Gründen metaphorisch gewachsen. Einer der sachlichen Gründe ist die für technische Innovationen nicht unübliche Verlegenheit, die entsteht, wenn für etwas Neues noch keine Worte bestehen. Oft werden bekannte Termini dann einfach mit einer neuen Bedeutung versehen. Ein klassisches Beispiel ist das Wort „Maus“, welches seit dem Zeitalter der PCs nicht mehr nur ein Nagetier bezeichnet. Weiterhin spielt die Computermodellbildung eine wichtige methodische Rolle in der Genetik bis hin zum Entstehen neuer Disziplinen wie der Bioinformatik, in welcher der Umgang mit Sequenzierungsdaten im Mittelpunkt steht. Es macht sachlich an einigen Stellen durchaus Sinn, wenn biologische Begriffe aus der Informatik entlehnt werden.

Generell sind viele Metaphern der synthetischen Biologie und Genetik auch aus historischen Gründen den Computerwissenschaften einschließlich der KI-Forschung entnommen (Achatz 2014, S. 83-95; Falkner 2016, S. 258-260; Mainzer 2011, S. 19-24). Beispiele sind Phrasen wie „Entschlüsselung des genetischen Codes“, „genetisches Programm“ oder die bereits erwähnte *genetic firewall*. Auch „lebende Maschinen“ gehört hierzu. Daniel Falkner spitzt die Rolle

von Metaphern in der synthetischen Biologie auf drei Funktionen bzw. Perspektiven zu:

1. An *innovative function* and the epistemic normativity of metaphors as the condition and driving forces of scientific inquiry, paradigm shifts, technological progress and political/social/ethical discourses
2. A reflexive *critical function* of metaphors to introduce a new description language, open up new perspectives, and thereby correct and replace old, established concepts on the level of theory building and philosophical discourses on truth [...]
3. An *argumentative function* of metaphors as truth-apt statements in the social praxis of reasoning, involving a specific rationality and “logic of plausibility” and bearing the potential of innovation and progress as well as ideological disturbance. (Falkner 2016, S. 258; siehe auch S. 263; [Hervorhebung im Original.])

Metaphern können in Gebrauchsanleitungen als sprachliche Mittel auf allen drei Ebenen dienen. Jedoch ist mit Einsatz von Metaphern auch immer die Gefahr der Ideologisierung und unsachlichen Behandlung eines Themas verbunden. Johannes Achatz kritisiert zum Beispiel eine „ideological disturbance“ (= Funktion drei bei Falkner), ausgelöst durch Craig Venters Proklamation eines neuen Zeitalters der „digitalen Biologie“ mit synthetischen Mitteln:

Doch Venters ‚Beweis, dass DNA die Software des Lebens‘ ist, kann damit noch nicht als Begründung eines neuen Zeitalters gelten, sondern vielmehr als weiterer Beleg dafür, „daß wir alle nur zu sehr aus Welt einen Computer gemacht haben“, wie Weizenbaum 1978 schrieb. Anstatt *mittels* Computertechnologie die Welt zu erklären, wird im Framing der ‚digitalen Biologie‘ die Computertechnologie *zur Welt* erklärt. Mit diesem rhetorischen Trick sind wir faktisch ebenso wenig in einem ‚Zeitalter digitaler Biologie‘ wie in einem „Zeitalter künstlicher Intelligenz“ angelangt. (Achatz 2014, S. 100 [Hervorhebungen im Original.])

So besteht auch die Gefahr, dass computergestützte Gebrauchsanleitungen – etwa in Form einer Smartphone-App – dem Nutzer eine nicht angemessene Erwartungshaltung an das Produkt vermitteln. Diese Gefahr mag für alle Gebrauchsanleitungen in digitaler Form gelten, besonders immer dann, wenn der Nutzer längst schon User geworden ist – also das Smartphone selbstverständlich für die Welt hält. Im Fall der synthetischen Biologie ist aufgrund der vielen maschinen- und informationstechnischen Metaphern das Potential irreführenden Scheinverstehens besonders hoch. Zu verlockend scheint der Kurzschluss, biologisches Leben wie *social media life* behandeln zu können.

Lebende Maschinen und natürliche Kuchenrezepte – Ordnung muss sein

Wissenschaftliche Konzepte können durch den Gebrauch von Metaphern verschleiert werden. „Dies gilt besonders für den unreflektierten Einsatz genetischer Metaphern an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit.“

(Schmidt, K. 2016, S. 65) Besonders problematisch ist die „notwendige Diskrepanz zwischen der sprachlichen Ebene der metaphorischen Beschreibung und der ontologischen Ebene der biologischen Phänomene [...] [bei der] Rede vom genetischen Rezept oder Programm“ (ebd.). Das Konzept des genetischen Programms und seiner metaphorischen Sprachformen stellt einen Mittelweg zwischen Präformationismus und Epigenese dar. Demnach sind alle Instruktionen zur Individualentwicklung als zielgerichteter Ablauf in der DNA gespeichert. François Jacob und Jacques Monod verbinden 1961 die Metapher des „genetischen Programms“ mit anderen wie „Blaupause“ oder „Bauplan“ (Ebd., S. 57f.). Hinzu tritt die Rezeptmetapher. Sie dient in manchen populärwissenschaftlichen Darstellungen zur Illustrierung der Embryonalentwicklung. Im Gegensatz zu einem Bauplan wird die Ontogenese als Verfahren bzw. Prozess dargestellt, und wie beim Kuchenbacken muss implizit die Existenz eines ausführenden Bäckers unterstellt werden.

[...] für die biophilosophische Diskussion ist vor allem wichtig, dass die Idee eines genetischen Rezepts oder Programms, das die Entwicklung steuert, im Allgemeinen zumindest als eine überzeugende *Metapher* zur anschaulichen Darstellung der komplexen Individualentwicklung angesehen wird, d. h. als ein sprachliches Bild, das den *grundsätzlichen* Ablauf eines biologischen Entwicklungsprozesses (bei allen Ungenauigkeiten im Detail) plausibel und anschaulich verdeutlicht. (Ebd., S. 61 [Hervorhebungen im Original.])

Metaphern dieser Art mögen der Wissenspopularisierung dienen, sind jedoch in der Fachdiskussion umstritten (Condit 2001, Dawkins 2008, S. 581f., Schmidt, K. 2016, S. 60f.). Mit dem neuen Genkonzept stoßen die Programmmetapher und der damit verbundene Genzentrismus an Grenzen. Wird die Kontextabhängigkeit von Proteinsynthese, Genexpression, Individualentwicklung und des genetischen Codes berücksichtigt,

wird deutlich, warum die Entwicklung eines Lebewesens durch ein in den Genen eindeutig festgeschriebenes Rezept oder Programm vielleicht metaphorisch umschrieben, aber nicht einmal annähernd wissenschaftlich erklärt werden kann. (Schmidt, K. 2016, S. 68; siehe auch S. 53; S. 63; S. 76)

Wenn, dann liegt das Entwicklungsprogramm im ganzen Organismus; Gene sind bestenfalls ein Teil des „Datensatzes“ (Ebd., S. 77; Keller 2006). In einer Gebrauchsanleitung müsste vermutlich aber mit genau solchen strittigen sprachlichen Wendungen operiert werden. Etwas Komplexes müssen auch unerfahrene Nutzer mit wenig Vorwissen einfach begreifen können. Die inhaltliche und sprachliche bzw. bildliche Reduktion von Komplexität stellt besondere Herausforderungen, insbesondere hinsichtlich der Verantwortungszuschreibung. Welches Wissen dürfen wir mit unscharfen Metaphern aus welchen Gründen vernebeln? Wer ist verantwortlich für resultierende Fehler und Unfälle?

An diesem Punkt wird eine ethische Abwägung auf Grund fehlenden eindeutigen empirischen Wissens schwierig. Wie bereits erwähnt, könnten der orthogonale Ansatz und die *genetic firewall* der Xenobiologie als Sicherheits-

mechanismen dienen. Wer sich mit IT-Sicherheit beschäftigt, wird jedoch beim Klang des Wortes „firewall“ nicht gleich Freudensprünge machen. XNA und DNA können, das ist die Annahme, biochemisch nicht (so einfach) miteinander interagieren – so die Erklärung der genetischen Firewall in der synthetischen Biologie. In der allgemeinen Genetik ist aber der im 20. Jahrhundert dominante Genozentrismus, auf dem diese Annahme beruht, wie wir gerade gesehen haben, in die Kritik geraten: „Vor allem ist die Zuordnung der DNA-Struktur zu einer spezifischen Aminosäuresequenz viel variabler als nach der ‚Entzifferung‘ des genetischen Codes ursprünglich angenommen wurde.“ (Schmidt, K. 2016, S. 59, Anm. 11; S. 66-75) Einflussreich ist die These von Susan Oyama, wonach sich anstelle der Organismen an sich Organismus-Umwelt-Systeme entwickeln. In der Developmental Systems Theory (DST) gibt es keine Dichotomie zwischen Organismus und Umwelt; alle biologischen Phänomene unterliegen einem starken Prozesscharakter.

Information (zur Herstellung eines Proteins und erst recht für einen komplexen Phänotyp) entsteht erst im aktuellen Prozess in der Zelle: Es gibt eine Ontogenese, eine Individualentwicklung der Information, wie es eine Ontogenese des Organismus gibt. (Ebd., S. 78; Oyama 2000)

Wenn das stimmt, dann könnte die Firewall aufgrund ihrer internen Dynamik eventuell immer mal wieder Lücken aufweisen. Das zu klären, ist jedoch Aufgabe der empirischen Forschung.

Die biochemische Firewall wäre zumindest in der Theorie dann funktional, wenn ein Prozess zwischen Organismus und Umwelt linear abliefe. Mit anderen Worten: „Künstliche“ oder synthetische Zellen wären tatsächlich kein Leben mehr, so wie es Zellen mit DNA als Organismus-Umwelt-Systeme mit entsprechendem evolutionärem Prozesscharakter sind.

With this organismic and individualistic approach, the sequence of organisms in time and the possibility of evolution is rather neglected, or, for reasons of safety and sustainable use, even intentionally suppressed. Life in synthetic biology is the reproducible set of functions and activities resulting from the composition of individual organisms that ideally remains the same across generations. (Toepfer 2016, S. 84)

Vielleicht stünde die Genetik dann vor der Herausforderung, zwei Begriffe des Lebens zu entwickeln. Einer dieser beiden – der der „lebenden Maschinen“ – unterliegt vorhersehbarer strikter Funktionalität und wäre in einer Gebrauchsanleitung eindeutig beschreibbar. Anleitungen wären dann in den Worten und Metaphern funktionaler technischer Verfahren formuliert – was wohl für so ziemlich jede Gebrauchsanleitung gilt. Verbunden damit bliebe ein klassisches sprachkritisches Argument, wonach die Funktionalisierung der Sprechweise und Metaphern einen Reduktionismus bedingt, durch welchen die sprechende Person mehr über ihr Verhältnis zur Welt ausdrückt, als über die Welt an sich (Janich 2006; Kambartel 1989; Rentsch 1999). „Lebende Maschinen“ und „künstliche“ Zellen sind nicht Leben per se, sondern eine sprachlich – auch in Gebrauchsanleitungen – eng geschnittene Ausnahme all dessen, was wir Leben nennen. Die Darstellung dieses sprachlichen Ausschnittes erfolgt in Gebrauchsanleitungen

dann aber tatsächlich in Form eines Kuchenrezeptes. Nicht weil sich DNA oder XNA wie ein solches verhielten, sondern weil es um den Bäcker, also den Nutzer, geht. Epistemisch – nicht ontologisch – behält die Rezeptmetapher am Ende doch Recht, denn sie verkörpert ein methodologisches Prinzip, das in der Wissenschafts- und Technikphilosophie als „methodische Ordnung“ bezeichnet wird. Eine Anleitung stellt demnach regelmäßig zum Erfolg führende Schrittfolgen dar. Wesentlich ist

die Reihenfolge von Teilhandlungen in Handlungsketten, die nur bei Strafe des Mißerfolgs verletzt werden darf. [...] Niemand würde eine Gebrauchsanleitung, eine Bauanleitung oder ein Kochrezept akzeptieren, die durch Vorschreiben falscher Schrittfolgen regelmäßig zum Mißerfolg führen. (Janich 2006, S. 27 et passim)

Wird Evolution in „lebenden Maschinen“ unterdrückt und werden planbare funktionale Verfahren angestrebt, dann folgen diese auch einer methodischen Ordnung – nicht weil die Natur die DNA in Rezeptform hervorbrachte, sondern weil wir Menschen sie mit Mitteln der synthetischen Biologie dazu gestalten. Der zweckorientierte Umgang mit den Produkten lässt sich wieder dem Prinzip der methodischen Ordnung folgend anleiten – was aber nicht bedeuten kann, dass „lebende Maschinen“ einhundert prozentige Sicherheit erreichen. Das gibt es bei keiner Technik, so wie auch keine Technik normativ neutral ist. Im Übrigen treffen sich hier auch wieder Computerwissenschaften und Biologie: Vielleicht wird die Metapher der Firewall in beiden Bereichen zum Symbol eines falschen Gefühls absoluter Sicherheit. Keine Technik ist zu einhundert Prozent sicher. Das gilt auch für die synthetische Biologie. Dementsprechend lassen sich Gebrauchsanleitungen als eine Art Risikoregulierung für Handlungen unter Unsicherheit interpretieren – nicht jedoch als epistemische Firewall zwischen Ingenieur und Anwender.

Schluss

In vorliegendem Beitrag wurde unter der Frage nach den Eigenschaften und Besonderheiten einer Gebrauchsanleitung für „lebende Maschinen“ ein Streifzug durch interdisziplinäre Debatten der synthetischen Biologie unternommen. Der Fokus lag im Besonderen auf philosophischer Epistemologie und Ethik. Es wurde gefragt, wie Wissen zwischen Ingenieuren und Nutzern geteilt wird und was das normativ bedeuten kann. In sechs Exkursen fanden hierzu verschiedene Betrachtungen statt, angefangen bei der Suche nach einer Definition von synthetischer Biologie bis hin zu einer sprachkritischen Auseinandersetzung mit metaphorischer Rede. Dem Anspruch der Vollständigkeit konnte und wollte dieser Aufsatz nicht genügen. Es ließen sich noch mehr Informationen über potentielle Gebrauchsanleitungen zusammentragen, natürlich auch aus politikwissenschaftlicher, ökonomischer, juristischer oder soziologischer Perspektive – unter Berücksichtigung empirischer Studien. Auch bleibt manches Spekulation in Betracht der Tatsache, dass marktreife synthetische Organismen aktuell noch

nicht vorliegen. Mit Blick auf Folgewissen, Sicherheitsfragen und Risikoaspekte ist eine möglichst frühe Auseinandersetzung mit Gebrauchsanleitungen für „lebende Maschinen“ jedoch durchaus geboten – auch wenn diese noch nicht der Weisheit letzter Schluss sein mag. Wenn „lebende Maschinen“ unsere Vorstellungen von Maschinen erweitern, gilt das dann auch für Gebrauchsanleitungen?

Es zeigte sich, dass 1. Gebrauchsanleitungen für einen „künstlichen“ Organismus Ingenieurwissen popularisieren, das zwar auch handwerkliche Aspekte enthält, jedoch nicht mit Züchtungswissen zu verwechseln ist; 2. die Oberflächenstruktur der Anleitung sich wohl eher nach den Anwendungsweisen des Produktes richtet als nach den möglichen Klassifikationen verschiedener „künstlicher“ Lebensformen oder Ebenen der synthetischen Biologie, für die ein komplexeres Tiefenwissen nötig ist – den Nutzer interessiert vor allem, was er damit machen kann; 3. Wissen allgemein popularisiert wird, um für viele Nutzer in vielen Situationen Anwendungskompetenzen zu liefern (Unterschiede zwischen dem Wissen von Entwicklern und Anwendern lassen sich nicht auf Theorie und Sprache allein reduzieren); 4. Gebrauchsanleitungen nicht neutral sind, sondern normativer Bestandteil der öffentlichen Debatte und des verantwortungsvollen Umgangs; 5. Übersetzungsleistungen mit Worten und Bildern ein konkretes Verständnis vermitteln sollen, wobei Metaphern vor allem aus den Computerwissenschaften eine wichtige Rolle spielen (die jedoch auch die Gefahr der Ideologisierung und Irreführung bergen); 6. Anleitungen dem Prinzip der methodischen Ordnung folgen – sie stellen Schrittfolgen gelingender Handlungsketten dar, die sprachlich verfasst sein müssen und dem entsprechend mit potentiell unscharfen Metaphern operieren. Die Metapher der *genetic firewall* könnte zum Beispiel ein unscharfes und irreführendes Verständnis biotechnologischer Sicherheit bedingen.

Eine der wichtigsten Einsichten lautet, dass Gebrauchsanleitungen nicht neutral sind, sondern selbst Teil der öffentlichen Diskussion, dass sie Werten folgen und oft sprachlich oder mit Bildern Ideologien vermitteln. Hinsichtlich der Kommunikation von Folgewissen für potentiell riskante Handlungen und im Kontext des *dual use* kommt ihnen in der Verantwortungsanalyse ein besonderer Stellenwert zu. Eine gute Anleitung gehört quasi zum Verantwortungsbereich eines seriösen Herstellers – gerade wenn aus dem alltäglichen Umgang mit dem Produkt noch geringe Erfahrungswerte vorliegen. Auf der anderen Seite können Forscher und Produzenten nicht alle möglichen Formen der Zweckentfremdung vorhersehen. Nicht nur hinsichtlich der Umnutzung gilt: Keine Technik ist zu einhundert Prozent sicher. Das trifft auch auf die synthetische Biologie zu. Dem entsprechend lassen sich Gebrauchsanleitungen verstehen als eine Form der Risikoregulierung für Handlungen unter Unsicherheit. Perfekte, unfehlbare Eindeutigkeit ist nicht realistisch. Auch Techniknutzer haben entsprechend ihres Wissensstandes Verantwortung zu übernehmen. Davon kann keine noch so pedantisch ausgearbeitete Gebrauchsanleitung befreien.

Vermutlich werden mediale Entwicklungen und Kommunikationsgewohnheiten unser Verständnis von Gebrauchsanleitungen stärker prägen als „lebende Maschinen“. Sollte jedoch in „lebenden Maschinen“ Evolution nicht un-

terdrückt werden und sich diese funktional unvorhersehbar entwickeln (wie auch immer das in einer legalen und moralisch sinnvollen Anwendung aussehen könnte), dann müssten Gebrauchsanweisungen tatsächlich noch fundamentaler überdacht werden. Wie lässt sich eine methodische Ordnung im Umgang mit einem technischen Objekt vermitteln, dass sich selbst organisch funktional verändert? Die Gebrauchsanleitung müsste vielleicht in Form einer komplexen App „mitwachsen“. Eventuell müsste überprüft werden, ob und in welchem Maße Roboter als Gebrauchsanleitung in Form eines informationstechnischen Lehrkörpers zweckdienlich und moralisch legitim eingesetzt werden. Die Grenzen zur Science Fiction sind fließend.

Aus rationaler Perspektive ist ein sprachkritischer Zugang, der Bildinterpretation einschließt, mit oder ohne Gebrauchsanleitungen-Roboter erforderlich. Denn die vielen Maschinen- und Computer-Metaphern in der Rede von synthetischer Biologie eröffnen nicht nur neue Perspektiven, sondern werfen ebenfalls Gefahren der Ideologisierung, sowie der Irrwege und Missverständnisse auf. Eine der Hauptgefahren könnte darin bestehen, dass nicht nur Computer zur Welt erklärt werden, sondern durch die KI-Metaphern der synthetischen Biologie begünstigt außerdem noch das Leben per se auf berechenbare Funktionalität reduziert und normativ stigmatisiert wird. Schlecht gestaltete Gebrauchsanleitungen oder ein zu naiver Glaube an die Fähigkeiten künstlicher Intelligenz könnten ihren verheerenden Beitrag dazu leisten. Ein Blick auf die Grenzen der Programmmetapher in der Genetik zeigt, dass wir selbst mit Computern und synthetischen Einzellern noch sehr weit davon entfernt sind, die Prozesse organischen Lebens umfänglich zu verstehen... von sozialem oder kulturellem Leben ganz zu schweigen.

Literatur

- Abel, Günter 2012: „Knowledge Research: Extending and Revising Epistemology“, in: Ders. & James Conant (Hg.) 2012: *Rethinking Epistemology*. Berlin Studies in Knowledge Research, Bd. 1. Berlin & Boston, S. 1–52.
- Acevedo-Rocha, Carlos G. 2016: „The Synthetic Nature of Biology“, in: Hagen, Kristin, Margret Engelhard & Georg Toepfer (Hg.) 2016: *Ambivalences of Creating Life. Societal and Philosophical Dimensions of Synthetic Biology*. Ethics and Technology Assessment, Volume 45. Springer, S. 9-53.
- Achatz, Johannes 2014: „Framing ‚Nature‘ – Synthetische Biologie schreibt (ihre) Geschichte“, in: Ders. & Nikolaus Knoepffler (Hg.) 2014: *Lebensformen – Leben Formen. Ethik und Synthetische Biologie*. Würzburg, S. 83-100.
- Achatz, Johannes & Nikolaus Knoepffler 2014: „Einleitung“, in: Dies. (Hg.) 2014: *Lebensformen – Leben Formen. Ethik und Synthetische Biologie*. Würzburg, S. 7-11.
- Bölker, Michael et al. 2016: „Synthetic Biology. Diverse Layers of Life“, in: Engelhard, Margret (Hg.) 2016: *Synthetic Biology Analysed. Tools for Discussion and Evaluation*. Ethics and Technology Assessment, Volume 44. Springer, S. 27-50.
- Condit, C. M. & Condit, D. M. 2001: „Blueprints and Recipes. Gendered Metaphors for Genetic Medicine“, in: *Journal of Medical Humanities* 22. Issue 1, S. 29-39.
- Dawkins, Richard 2008: *Geschichten vom Ursprung des Lebens*. Berlin.
- Eichinger, Tobias 2016: „Debasement of Life? A Critical Review of Some Conceptual and Ethical Objections to Synthetic Biology“, in: Hagen, Kristin, Margret Engelhard & Georg Toepfer (Hg.) 2016: *Ambivalences of Creating Life. Societal and Philosophical Dimensions of Synthetic Biology*. Ethics and Technology Assessment, Volume 45. Springer, S. 267-274.
- Engelhard, Margret et al. 2016a: „The New Worlds of Synthetic Biology-Synopsis“, in: Engelhard, Margret (Hg.) 2016: *Synthetic Biology Analysed. Tools for Discussion and Evaluation*. Ethics and Technology Assessment, Volume 44. Springer, S. 1-25.
- Engelhard, Margret et al. 2016b: „Old and new Risks in Synthetic Biology. Topics and Tools for Discussion“, in: Engelhard, Margret (Hg.) 2016: *Synthetic Biology Analysed. Tools for Discussion and Evaluation*. Ethics and Technology Assessment, Volume 44. Springer, S. 51-69.
- EU-Kommission 2014: *Opinion on Synthetic Biology I. Definition*. SCHER, SCENIHR, SCCS: 23.-25. September 2014. (doi: 10.2772/76553) Online: https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/scientific_committees/emerging/docs/scenihr_o_044.pdf (letzter Zugriff am 14.3.2017).

Falkner, Daniel 2016: „Metaphors of Life. Reflections on Metaphors in the Debate on Synthetic Biology“, in: Hagen, Kristin, Margret Engelhard & Georg Toepfer (Hg.) 2016: *Ambivalences of Creating Life. Societal and Philosophical Dimensions of Synthetic Biology*. Ethics and Technology Assessment, Volume 45. Springer S. 251-265.

Funk, Michael 2016: „Synthetic Biology between Engineering and Natural Science. A Hermeneutic Methodology of Laboratory Research Practice“, in: Hagen, Kristin, Margret Engelhard & Georg Toepfer (Hg.) 2016: *Ambivalences of Creating Life. Societal and Philosophical Dimensions of Synthetic Biology*. Ethics of Science and Technology Assessment, Volume 45. Berlin & Heidelberg, S. 313-323. (doi: 10.1007/978-3-319-21088-9).

Grunwald, Armin 2011: „Synthetische Biologie. Gesellschaftliche Verantwortung der Wissenschaft“, in: Pühler, Alfred, Bernd Müller-Röber & Marc-Denis Weitz (Hg.) 2011: *Synthetische Biologie. Die Geburt einer neuen Technikwissenschaft*. Berlin & Heidelberg, S. 103-109.

Grunwald, Armin 2012: *Technikzukünfte als Medium von Zukunftsdebatten und Technikgestaltung*. Karlsruher Studien Technik und Kultur, Bd. 6. Karlsruhe.

Grunwald, Armin 2014: „Synthetische Biologie. Technikzukünfte im Kontext von 'Responsible Research and Innovation' (RRI)“, in: Achatz, Johannes & Nikolaus Knoepffler (Hg.) 2014: *Lebensformen – Leben Formen. Ethik und Synthetische Biologie*. Würzburg, S. 37-53.

Hagen, Kristin et al. 2016: „Editorial. Ambivalences in Societal and Philosophical Dimensions of Synthetic Biology“, in: Hagen, Kristin, Margret Engelhard & Georg Toepfer (Hg.) 2016: *Ambivalences of Creating Life. Societal and Philosophical Dimensions of Synthetic Biology*. Ethics and Technology Assessment, Volume 45. Springer, S. 1-8.

Ihde, Don 1990: *Technology and the Lifeworld. From Garden to Earth*. Bloomington.

Ihde, Don 1998: *Expanding Hermeneutics. Visualism in Science*. Evanston.

Illies, Christian 2016: „New Debates in Old Ethical Skins“, in: Engelhard, Margret (Hg.) 2016: *Synthetic Biology Analysed. Tools for Discussion and Evaluation*. Ethics and Technology Assessment, Volume 44. Springer, S. 89-125.

Irrgang, Bernhard 1996: „Von der Technologiefolgenabschätzung zur Technologiegestaltung. Plädoyer für eine Technikhermeneutik“, in: *Jahrbuch für christliche Sozialwissenschaften* 37, S. 51-66.

Irrgang, Bernhard 2003: *Von der Mendelgenetik zur synthetischen Biologie. Epistemologie der Laboratoriumspraxis Biotechnologie*. Dresden.

Irrgang, Bernhard 2004a: „Konzepte impliziten Wissens und die Technikwissenschaften“, in: Banse, Gerhard & Günter Ropohl (Hg.) 2004: *Wissenskonzepte für*

die Ingenieurpraxis. *Technikwissenschaften zwischen Erkennen und Gestalten*. VDI-Report 35. Düsseldorf, S. 99-112.

Irrgang, Bernhard 2004b: „Epistemologie der Bio- und Gentechnologie“, in: Kornwachs, Klaus (Hg.) 2004: *Technik – System – Verantwortung*. Münster, S. 285–297.

Janich, Peter 2006: *Kultur und Methode. Philosophie in einer wissenschaftlich geprägten Welt*. Frankfurt a. M.

Junker, Thomas 2004: *Geschichte der Biologie. Die Wissenschaft vom Leben*. München.

Kambartel, Friedrich 1989: *Philosophie der humanen Welt. Abhandlungen*. Frankfurt a. M.

Keller, Evelyn Fox 2003: *Making Sense of Life. Explaining Biological Development with Models, Metaphors, and Machines*. Cambridge.

Keller, Evelyn Fox 2006: „Beyond the Gene but Beneath the Skin“, in: Neumann-Held, Eva M. & Christoph Rehmann-Sutter (Hg.) 2006: *Genes in Development. Re-Reading the Molecular Paradigm*. Durham, S. 290-312.

Knippers, Rolf 2012: *Eine kurze Geschichte der Genetik*. Berlin & Heidelberg.

Kornwachs, Klaus 2012: *Strukturen technologischen Wissens. Analytische Studien zu einer Wissenschaftstheorie der Technik*. Berlin.

Marlière, Philippe 2009: „The farther, the safer. A manifesto for securely navigating synthetic species away from the old living world“, in: *Syst Synth Biol*. 2009 Dec. 3(1-4), S. 77-84. (doi: 10.1007/s11693-009-9040-9).

Mainzer, Klaus 2011: „Eine Wissenschaft vom Künstlichen und Komplexen. Synthetische Biologie als Technikwissenschaft des 21. Jahrhunderts“, in: Pühler, Alfred, Bernd Müller-Röber & Marc-Denis Weitze (Hg.) 2011: *Synthetische Biologie. Die Geburt einer neuen Technikwissenschaft*. Berlin & Heidelberg, S. 111-127.

Matern, Harald, Jens Ried, Matthias Braun & Peter Dabrock 2016: “Living Machines. On the Genesis and Systematic Implications of a Leading Metaphor of Synthetic Biology”, in: Boldt, Joachim (Hg.) 2016: *Synthetic Biology. Metaphors, Worldviews, Ethics and Law*. Wiesbaden, S. 47-60.

Müller, Martin 2016: „First Species Whose Parent Is a Computer‘ – Synthetic Biology as Technoscience, Colonizing Futures, and the Problem of the Digital“, in: Hagen, Kristin, Margret Engelhard & Georg Toepfer (Hg.) 2016: *Ambivalences of Creating Life. Societal and Philosophical Dimensions of Synthetic Biology*. Ethics and Technology Assessment, Volume 45. Springer S. 101-113.

Nordmann, Alfred 2005: „Was ist TechnoWissenschaft? – Zum Wandel der Wissenschaftskultur am Beispiel von Nanoforschung und Bionik“, in: Rossmann, Torsten & Cameron Tropea (Hg.) 2005: *Bionik. Aktuelle Forschungsergebnisse*

in *Natur-, Ingenieur- und Geisteswissenschaft*. Berlin, Heidelberg & New York, S. 209-218.

Nordmann, Alfred 2011: „Was wissen die Technowissenschaften?“ in: Gethmann, Carl Friedrich (Hg.) 2011: *Lebenswelt und Wissenschaft*. XXI. Deutscher Kongress für Philosophie. 15.-19. September 2008 an der Universität Duisburg-Essen. Kolloquiumsbeiträge. Hamburg, S. 566-579.

Nordmann, Alfred 2014: „Synthetic Biology at the Limits of Science“, in: Bernd Giese, Christian Pade, Henning Wigger, Arnim von Gleich (Hg.) 2014: *Synthetic Biology. Character and Impact*. Berlin: Springer, S. 31-58. (Seitenangaben entsprechend der Online-Version http://www.philosophie.tu-darmstadt.de/media/institut_fuer_philosophie/diesunddas/nordmann/PhilosophyofSyntheticBiology.pdf, letzter Zugriff am 11.4.2017).

Oyama, Susan 2000: *The Ontogeny of Information. Developmental Systems and Evolution*. Durham.

Polanyi, Michael 2009: *The Tacit Dimension*. With a New Foreword by Amartya Sen, Chicago & London.

Pühler, Alfred 2011: „Einblicke in die synthetische Biologie“, in: Ders., Bernd Müller-Röber & Marc-Denis Weitze (Hg.) 2011: *Synthetische Biologie. Die Geburt einer neuen Technikwissenschaft*. Berlin & Heidelberg, S. 11-17.

Rentsch, Thomas 1999: *Die Konstitution der Moralität. Transzendente Anthropologie und praktische Philosophie*. Frankfurt a. M.

Schmidt, Kirsten 2016: „Vom genetischen Programm zum Entwicklungssystem. Warum das Genom kein Kuchenrezept ist“, in: Heinemann, Gottfried & Rainer Timme (Hg.) 2016: *Aristoteles und die heutige Biologie. Vergleichende Studien. Lebenswissenschaften im Dialog*, Bd. 17. Freiburg & München, S. 53-79.

Schmidt, Markus 2010: „Xenobiology. A new form of life as the ultimate biosafety tool“, in: *Bioessays* 2010 Apr 32(4), S. 322–331. (doi: 10.1002/bies.200900147).

Schmidt, Markus 2011: „Biosicherheit und synthetischer Biologie“, in: Pühler, Alfred, Bernd Müller-Röber & Marc-Denis Weitze (Hg.) 2011: *Synthetische Biologie. Die Geburt einer neuen Technikwissenschaft*. Berlin & Heidelberg, S. 111-127.

Schmidt, Markus & Víctor de Lorenzo 2012: „Synthetic constructs in/for the environment. Managing the interplay between natural and engineered biology“, in: *FEBS Lett.* 2012 Jul 16. 586(15), S. 2199–2206. (doi: 10.1016/j.febslet.2012.02.022).

Simmel, Friedrich 2011: „Synthetische Biologie mit künstlichen Nukleinsäurestrukturen“, in: Pühler, Alfred, Bernd Müller-Röber & Marc-Denis Weitze (Hg.) 2011: *Synthetische Biologie. Die Geburt einer neuen Technikwissenschaft*. Berlin & Heidelberg, S. 53-59.

Steizinger, Johannes 2016: „Engineers of Life? A Critical Examination of the Concept of Life in the Debate on Synthetic Biology“, in: Hagen, Kristin, Margret Engelhard & Georg Toepfer (Hg.) 2016: *Ambivalences of Creating Life. Societal and Philosophical Dimensions of Synthetic Biology*. Ethics and Technology Assessment, Volume 45. Springer S. 275-292.

Toepfer, Georg 2016: “The Concept of Life in Synthetic Biology”, in: Engelhard, Margret (Hg.) 2016: *Synthetic Biology Analysed. Tools for Discussion and Evaluation*. Ethics and Technology Assessment, Volume 44. Springer, S. 71-88.

Chronogrammatologie. Zeitregistratur der Laufzeit bei Hermann von Helmholtz um 1850

Christoph Borbach

Die Messung exakter Impulslaufzeiten wird in unterschiedlichen Diskursen praktiziert – und zwar nicht allein in der aktiven Ortungstechnik, um beispielsweise U-Boote sonisch zu orten (Sonar) oder die Position von Flugzeugen im Luftraum elektromagnetisch zu bestimmen (Radar). Um verstehen zu können, auf welchen Methoden, Apparaten und Diskursen die exakte Messung von Impulslaufzeit zu Beginn des 20. Jahrhunderts fußte, beziehungsweise um zu wissen, was exakte Zeitmessung im Laufe des 20. Jahrhunderts *nicht* mehr war, wird es allerdings notwendig, auf nicht-hochmoderne Zeitmessung zu fokussieren. Vielmehr muss sich zunächst der Frühgeschichte der technischen Messung von Zeitintervallen zugewandt werden. Dies ist Anliegen des vorliegenden Beitrags, der sich der Hermann von Helmholtz'schen Experimente zur Bestimmung von Impulslaufzeiten um 1850 widmet. Keineswegs kann dies in wissenschaftsgeschichtlicher Vollständigkeit geschehen¹, stattdessen wird letztlich auf bisher Vernachlässigtes aus medienwissenschaftlicher Perspektive fokussiert. Dabei versteht sich der Beitrag als ein Puzzlestück zu einer größeren Arbeit und bildet ein Fundament für die medienhistoriografische Aufarbeitung der Operationalisierung von Verzögerungszeit.² Denn einerseits folgen noch heute Ortungsimpulse des Radars und Sonars der Erscheinung der Reizimpulse, wie sie Hermann von Helmholtz um 1850 erzeugte. Andererseits, und viel fundamentaler, liegt die Bedingung unter anderem der Ortungstechnik in apparativen Verfahren exakter Zeitmessung, die – wie dargestellt werden wird – auch das kritische Moment der Hermann von Helmholtz'schen Experimentalforschung um 1850 bildeten.

-
1. Hierfür siehe die umfangreiche Forschung von Henning Schmidgen. Eine Auswahl: Henning Schmidgen (2009). *Die Helmholtzkurven. Auf der Spur der verlorenen Zeit*. Berlin: Merve, oder ders. (2004). „Die Geschwindigkeit von Gedanken und Gefühlen. Die Entwicklung psychophysiologischer Zeitmessungen, 1850–1865“. *NTM: Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaften, Technik und Medizin* 12, S. 100–115.
 2. Dies ist das medienwissenschaftliche Vorhaben des Promotionsprojekts „Zeitkanäle | Kanalzeiten. Eine Mediengeschichte des Δt “, www.locatingmedia.uni-siegen.de/christoph-borbach.

1. Wahrnehmungslei(s)tung und Kybernetik *avant la lettre*

Nachdem Hippolyte Louis Fizeau und Eugène Gounelle wenige Monate zuvor die Geschwindigkeit von Elektrizität in Kupfer- und Eisendraht gemessen hatten³, trat Hermann von Helmholtz Mitte des 19. Jahrhunderts an, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit von elektrischen Impulsen nicht mehr in Metalleitern, sondern in Nervenfasern zu bestimmen. Die Helmholtz'sche Forschungsfrage, die nach experimentalpraktischer Antwort verlangte, lautete 1850 explizit, ob ein irreduzibles und damit messbares Zeitintervall, Δt , zwischen einem Reiz und seiner Wahrnehmung liege:

Vergeht eine angebbare Zeit bei der Beförderung einer solchen Nachricht, welche von den entfernten Enden der empfindenden Hautnerven oder den Nervenausbreitungen in den Sinnesorganen nach dem Gehirne hineilt, oder einer solchen, welche der Wille vom Gehirn durch die motorischen Nervenfasern zu den Muskeln hinsendet?⁴

Damit stößt die Phänomenologie an ihre Grenze, und es wird an der Wahrnehmungsleistung des Subjekts und damit am Subjekt selbst gerüttelt – zugunsten der temporalen Vermessung neurophysiologischer Wahrnehmungsleitungen. Dass „wir“ so etwas „an uns selbst“ noch nie wahrgenommen hätten, so Helmholtz, liege schließlich daran, dass es sich der Wahrnehmung entziehe, denn „wir [können] natürlich nicht schneller wahrnehmen (...), als unsere Empfindungsnerven, die nothwendigen Vermittler aller unsrer Wahrnehmungen, sie uns zukommen lassen“⁵. Das Nervensystem war somit schon in der Ausgangsfrage zum Kanalsystem geworden, welches die korporale Nachrichtenübertragung, also die Wahrnehmung, durch seinen irreduziblen Zeitindex temporal bedingt.

Emil du Bois-Reymond – nicht nur Kollege, sondern auch Freund von Helmholtz, mit Scheu vor allen, die nicht Physiologen waren,⁶ und der als vehementer Vertreter der *hard science* Goethes Faust nachrief, dieser hätte besser Elektrisiermaschine und Luftpumpe erfinden sollen⁷ – hatte bereits bewiesen, dass die Leitung von Reizen durch tierische Nerven „mit einer veränderten Anordnung ihrer materiellen Moleküle mindestens eng verbunden, vielleicht sogar wesentlich durch sie bedingt ist.“⁸ Dadurch wurden zwei Dinge klar. *Erstens*, dass

3. Hippolyte Louis Fizeau und Eugène Gounelle (1850). „Untersuchungen über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Elektrizität“. *Polytechnisches Journal* 117, S. 125–128.

4. Hermann von Helmholtz (1850). „Ueber die Methoden, kleinste Zeittheile zu messen, und ihre Anwendung für physiologische Zwecke“. *Koenigsberger naturwissenschaftliche Unterhaltungen* 2, S. 169–189, 181. Im Folgenden: Helmholtz (1850). „Zeittheile“.

5. Ebd.

6. Helmholtz in einem Brief an du Bois-Reymond vom 19.08.1849. *Dokumente einer Freundschaft. Briefwechsel zwischen Hermann von Helmholtz und Emil du Bois-Reymond 1846–1894*. Hg. v. Christa Kirsten (1986). Berlin: Akademie-Verlag, S. 85.

7. Emil du Bois-Reymond (1882). „Goethe und kein Ende“ (Rede bei Antritt des Rectorats der Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin am 15. October 1882). Berlin: Vogt.

8. Hermann von Helmholtz (1850). „Messungen über den zeitlichen Verlauf der Zuckung animalischer Muskeln und die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung in den Nerven“. *Archiv*

im Gegensatz zur vormaligen Behauptung Johannes Müllers die Reizleitung im Nerven keine instantane sein kann. Müller ging zuvor sogar so weit, zu behaupten, dass es die Hilfsmittel zur Bestimmung der Fortpflanzungszeit von Reizen in Nerven wohl nie geben werde.⁹ Allerdings haben Impulse in Nerven genau wie auch der Schall in der Luft eine je konkret adressierbare Geschwindigkeit. Daran erinnerte auch Helmholtz und verortete seine Experimente in der epistemologischen Tradition der Konkretisierung der Schallgeschwindigkeit.¹⁰ *Zweitens*, dass biologische Nerven als elektrotechnische Leiter beschreibbar sind, wodurch Helmholtz' Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit von Impulsen in Nerven zu einem kybernetischen Vorhaben *avant la lettre* avanciert. Denn er maß nicht die immanente Zeitlichkeit von Kabeln, mithin technischen Systemen, sondern die Zeitlichkeit biologischer Nachrichtenübertragung – ganz gemäß dem Vorhaben Norbert Wieners, Kommunikation in Mensch und Maschine als einander ebenbürtig zu untersuchen.¹¹ So verglich Helmholtz explizit Nerven mit Drähten:

[S]o dürfen wir die Nervenfasern nicht unpassend mit den electrischen Telegraphendrähten vergleichen, welche einmal augenblicklich jede Nachricht von den äußersten Grenzen her dem regierenden Centrum zuführen, und dann ebenso dessen Willensmeinung nach jedem einzelnen Theile des Ganzen zurückbringen, um daselbst in Ausführung zu kommen.¹²

Wie der Körper die Wahrnehmung bedingt, untersuchte Hermann von Helmholtz zunächst am „alten Märtyrer der Wissenschaft“¹³: dem Frosch. Der Frosch war für seine Experimente geeignet, weil einerseits bei warmblütigen Tieren die Reizbarkeit der Muskeln nach dem Tod schnell abnimmt und andererseits Fischmuskeln wesentlich schwächer auf Reizungen reagieren.

für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin 27, S. 276–364, 331. Mit Hinweis auf: Emil du Bois-Reymond. *Untersuchungen über thierische Elektrizität*. Band II, Abschnitt 3, Kapitel IV, §4.

9. Franciscus Cornelis Donders (1868). „Die Schnelligkeit psychischer Prozesse“. *Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin* 35, S. 657–681, 660.

10. Helmholtz (1850). „Zeittheile“, S. 182.

11. Siehe beispielsweise das schon dem Titel nach programmatische Grundlagenwerk: Norbert Wiener (1948). *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Cambridge: MIT Press.

12. Helmholtz (1850). „Zeittheile“, S. 181.

13. Hermann von Helmholtz (1845). „Ueber den Stoffverbrauch bei der Muskelaktion“. *Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin*, S. 72–83, 74.

Nun sind Frösche – wie im Übrigen auch Katzen¹⁴ – selten im Mediums-zustand¹⁵; für den Elektrophysiologen Helmholtz sind Froschmuskeln aber Empfänger elektrischer Impulse und Nerven ihre Leiter. Sendet normalerweise das Froschhirn Impulse zur Erregung bestimmter Muskeln, kann dieser Vorgang auch durch die elektrische Reizung eines Muskels beziehungsweise seiner Nerven simuliert werden, wodurch das Froschgehirn für den Vorgang praktischerweise obsolet wird. Wo „Wille“ war, herrscht damit der „electrische Strom“¹⁶; der Froschmuskel zuckt ohne Impuls des zentralen Nervensystems, sondern auf Wunsch des Experimentators. Und dieser konnte zeigen, dass Zuckungen des Muskels später erfolgen, wenn die Reizung seines Nerven an einer Stelle geschieht, wo sie über eine weitere Nervenstrecke zum Muskel hin übertragen werden, und analog umgekehrt. Helmholtz schrieb dabei explizit von Muskeln als Empfängern¹⁷, und bei du Bois-Reymond wurden Froschbeine zu „stromprüfenden Froschschenkeln“¹⁸ – eine Formulierung, die eher an technische Messgeräte wie das Galvanometer¹⁹ denn an biologische Teile denken lässt.

-
14. Tiere werden allenfalls temporär zum Medium, wenn über Nervenbahnen dieselben Signale gesendet werden (können) wie beispielsweise über Telefondrähte und damit zwischen tierischen und technischen Systemen keine operative Differenz besteht: Im Jahr 1929 wiederholten Ernest Glen Wever und Charles W. Bray die Urszene des Telefons – nur ohne ein Telefon als Sender. Stattdessen verschalteten sie eine lebende Katze in das Telefonsystem, indem sie einen Teil des Katzenschädels und -gehirns entfernten, den freigelegten rechten Hörnerv mit einer Elektrode versahen und den Aktionsstrom im Nerven nach Klang-Stimulation des Ohres abnahmen. Nach Verstärkung wurden die durch die Katze empfangenen Signale, die ein Forscher dem Katzenohr mitteilte, durch einen Telefonempfänger in einem anderen Raum dem anderen Forscher wieder akustisch ausgegeben. Die Forscher stellten zur Tauglichkeit des Systems fest: „Speech was transmitted with great fidelity. Simple commands, counting and the like were easily received. Indeed, under good condition the system was employed as a means of communication between operating and sound-proof rooms.“ (Ernest Glen Wever und Charles W. Bray (1930). „Action Currents in the Auditory Nerve in Response to Acoustical Stimulation“. *Proceedings of the National Academy of Science* 16, S. 344–50, 345.) Das lebende Tier versorgte das elektroakustische System mit Energie und das Katzenohr stellte einen passablen Transducer dar. Nur das ‚die away‘ des Tiers galt zugleich für den zu übertragenen Ton. Hierzu auch: Jonathan Sterne (2009). „The Cat Telephone“. *The Velvet Light Trap* 64 (1), S. 83–84.
 15. Hierzu Stefan Rieger (2008). „Der Frosch – ein Medium?“ In: Alexander Roesler und Stefan Münker (Hg.). *Was ist ein Medium?* Frankfurt am Main: Suhrkamp, S. 285–303.
 16. Helmholtz (1850). „Zeittheile“, S. 182.
 17. Ebd., S. 181
 18. Emil du Bois-Reymond (1849). *Untersuchungen über thierische Elektricität. Zweiter Band. Dritter Abschnitt*. Berlin: G. Reimer, beispielsweise S. 87.
 19. Über dieses heißt es beispielsweise bei James Clark Maxwell: „An instrument which indicates the strength of an electric current by its magnetic effects is called a Galvanometer.“ James Clerk Maxwell (1881). *A Treatise on Electricity and Magnetism. Vol. I. Second Edition*. London: Oxford University Press, S. 332.

„Die Wahrnehmung von Zeitunterschieden mittels unserer Sinne ohne Anwendung künstlicher Hilfsmittel ist keine sehr feine (...)“²⁰, so Helmholtz. Zumal nicht, wenn, wie es andererseits bei Aristoteles für die Epistemologie des Medialen sehr fruchtbar war, Zeitunterschiede von verschiedenen Sinnesorganen, beispielsweise Auge und Ohr, wahrgenommen werden. Bewusst wurde dies bereits in der Astronomie, wo Sterndurchläufe zeitlich exakt angegeben werden sollten. So berichtete der deutsche (unter anderem) Astronom Friedrich Wilhelm Bessel von der Differenz in der astronomischen Zeitbestimmung von Sterndurchgängen bei Messungen verschiedener Forscher, die durch mangelnde Synchronität von Auge (Stern mit Fernrohr fixieren) und Ohr (Pendelschlag einer Uhr hören) entstünden, sodass „kein Beobachter [...] sicher sein kann, absolute Zeitmomente richtig anzugeben.“²¹ Anders formuliert: Was bei dieser Zeitbestimmung zeitlich bestimmt wurde, war weniger das eigentliche Ereignis als vielmehr der Mensch mit seiner Persönlichen Gleichung, die Zeitdifferenzen zeitigt, die bei verschiedenen Forschern bis zu einer Sekunde betragen können.

Nehmen wir an, diese beiden [Extreme] wichen um gleich viel in entgegengesetztem Sinne von der Wahrheit ab, so folgt daraus, daß auch bei der sorgfältigsten Einübung und der größten Aufmerksamkeit, der Mensch sich in der Bestimmung der Gleichzeitigkeit einer Gesichts- und einer Gehörwahrnehmung mindestens um eine halbe Sekunde irren kann.²²

Und auch wenn Signale über dieselben Sinnesbahnen übertragen würden, sei eine physiologische Unschärfe vorhanden, wie Helmholtz korrekt anmerkte und so das Dispositiv Kinematografie physiologisch implizierte. Wenn nämlich zwei optische Signale wie ein kurzes Blitzen unter 1/10-Sekunde hintereinander aufträten, „so verschmelzen beide Erscheinungen in eine (...)“²³, was sich an Farbenkreiseln empirisch überprüfen lasse. Das Ohr hingegen, so Helmholtz, sei wesentlich zeitkritischer und könne in der Sekunde bis zu 32 Stöße als separate Klangereignisse wahrnehmen; erst ab 32 Einzelschlägen stelle sich ein gleichmäßig anhaltender Ton ein, der höher wird, wenn sich die Zahl der diskreten Einzelschläge erhöht. Damit benannte Helmholtz, was später Frequenz heißen wird – ein Begriff, den es aber zur Mitte des 19. Jahrhunderts im musikalischen Kontext noch nicht gab. Menschliche Wahrnehmung ist damit eine dauernde, auf Seiten der *durée* im Sinne Henri Bergsons, wohingegen Messtechnik exakte Zeitpunkte adressierbar machen kann. Da der Fokus der Helmholtz’schen Experimentalforschung auf Mikrotemporalitäten lag, ergab sich für die Arbeitsutensilien seiner Experimente eine wesentliche Konsequenz. Zur physiologischen Methode musste

20. Helmholtz (1850). „Zeittheile“, S. 170.

21. Friedrich Wilhelm Bessel (1876 [1823]). „Persönliche Gleichung bei Durchgangsbeobachtungen“. In ders.: *Abhandlungen in drei Bänden. Band III*. Hg. v. Rudolf Engelmann. Leipzig, S. 300–304, 303.

22. Helmholtz (1850). „Zeittheile“, S. 170.

23. Ebd., S. 171.

es werden, den Menschen nicht mehr phänomenologisch zu beschreiben, sondern messtechnisch mit eben jenen „künstlichen Hilfsmitteln“ zu verorten. Die Verschaltung eines menschlichen Beobachters nämlich hätte Messergebnisse notwendigerweise verfälscht und es galt, was noch heute in der Ortungstechnik gilt: Die „Ungenauigkeit unserer Sinne“²⁴ setzt mechanischen Messanordnungen physiologische Grenzen.

Für die messtechnische Beantwortung seiner Forschungsfrage konnte sich Helmholtz – immer mit der Hilfe seiner Frau Olga²⁵ – zweier Zeitmessverfahren bedienen, die einem anderen Diskurs entstammten, die bereits bekannt waren und über die er 1850 ausführlich berichtete²⁶: einerseits ein Verfahren, das Zeit- als Raumunterschiede visualisiert, um Zeit- als Raumunterschied *messbar* zu machen²⁷, und andererseits ein Verfahren, das den Grad der Wirkung eines Stroms auf einen an einem Faden hängenden Magneten nutzt, dessen Schwingungsbogen sodann proportional zur Dauer des Vorgangs ist, wenn Anfang und Ende des zu messenden Vorgangs synchron zum Anfang und Ende des ‚zeitmessenden Stroms‘ sind.

2. Zeit- als Raumdifferenz

Erstere Methode war bereits von Werner von Siemens beschrieben und verbessert worden²⁸ und ist nicht in der Elektrophysiologie beheimatet, sondern im Militär. Um nämlich die Ballistik von Geschützkugeln zu berechnen, ist ein Wissen um ihre Fluggeschwindigkeit und die Dauer der Entzündung des Pulvers im Gewehrlauf notwendig. Werner von Siemens studierte drei Jahre an der Artillerie- und Ingenieursschule in Charlottenburg (damals bei, heute in Berlin) und war seit 1839 Leutnant in der preußischen Artillerie. Siemens' Zeitmesser war ein stählerner Zylinder, der um seine Achse rotiert, beziehungsweise eine Scheibe, die sich dreht, ähnlich wie es später Schallplatten tun sollten. Die Oberfläche der von ihm konstruierten Scheibe war untergliedert, beispielsweise in Winkelgrade.

24. Ebd., S. 174.

25. „Meine Frau [...] steht mir treulichst bei bei meinen Versuchen als Protokollführerin der beobachteten Skalenteile, was sehr nötig ist, weil ich allein vollständig konfus werde, wenn ich auf so viele Dinge gleichzeitig achtgeben soll, als da sind: Umlegen höchst verwickelter Drahtleitungen mit Nebenströmen zweiter Ordnung, Einstellen des Muskels, Auflegen der Gewichte, Ablesen der Skalenteile, rechtzeitiges Öffnen und Schließen der Kette.“ Helmholtz in einem Brief an du Bois-Reymond vom 14.10.1849. In: *Dokumente einer Freundschaft. Briefwechsel zwischen Hermann von Helmholtz und Emil du Bois-Reymond 1846–1894*. Hg. v. Christa Kirsten (1986). Berlin: Akademie-Verlag, S. 88.

26. Helmholtz (1850). „Messungen über den zeitlichen Verlauf“ und Helmholtz (1850). „Zeittheile“.

27. Helmholtz (1850). „Zeittheile“, S. 173.

28. Werner Siemens (1847). „Ueber Geschwindigkeitsmessung“. *Fortschritte der Physik im Jahre 1845* 1, S. 47–72.

Die Drehgeschwindigkeit muss bekannt und mit einer Zeitreferenz synchronisiert sein, hier einem Uhrwerk mit Regelpendel, sodass die Scheibe beispielsweise in einer Sekunde eine vollständige Umdrehung um 360° vollzieht. Wenn nun eine kleine Schreibspitze zwei diskrete Markierungen auf der Scheibe macht, ist die Zeit, die zwischen beiden Markierungen vergangen ist, bei bekannter Rotationsgeschwindigkeit aus der Summe der zwischen ihnen liegenden Winkelgrade ableitbar.

So weit war das 1845 bekannt und wurde zur Zeitmessung praktiziert. Das Novum Siemens' in der Verbesserung des Systems bestand darin, auf Mechanik zu verzichten und die Zeitschreibung nicht mehr mit Schreibstiften zu lösen²⁹, sondern „die Electricität selbst zeichnen zu lassen“³⁰, um somit die Messung auf ihren dromologischen Grenzwert, nämlich die Geschwindigkeit von Electricität, zu bringen. Was nun blitzte, provozierte keinen Donner mehr, sondern war elektrischer Funke: Nunmehr zeichnete kein Stift, sondern der dunkle Fleck, den ein elektrischer Funke auf einer rotierenden Stahlplatte erzeugte, markierte *Zeitpunkte*. Verbindet eine Kugel nämlich auf ihrer Flugbahn die isolierten Drähte eines Drahtnetzes, wobei der dazugehörige Stromkreis eine Leidener Flasche sowie eine rotierende Stahlplatte und eine stromleitende Stiftspitze verschaltet, funkt es. Oder in den Worten des Erfinders:

Mein auf dieser Wirkung des Funkens begründeter Plan war nun der, einen möglichst leichtconstruirten und möglichst schnell und gleichmäßig rotirenden Stahlcylinder als Zeitmesser zu benutzen und die Dauer einer Bewegung dadurch zu messen, daß beim Beginn und am Ende derselben ein Funke aus einer dem rotirenden Cylinder dicht gegenüberstehenden Spitze auf diesen überspringt. Der Abstand der Punkte von einander giebt dann mit vollkommener Sicherheit den Zeitverbrauch, wenn nur der Cylinder richtig getheilt war und gleichmäßig rotirte.³¹

Bei Emil du Bois-Reymond waren die Überlegungen, die präzise Zeitmessung aus der Ballistik in den Bereich der physiologischen Forschung zu transferieren, bloß Theorie. Helmholtz sollte diesen Transfer praktizieren. Auch bei ihm zeichnete sich die Kontraktion eines Froschmuskels selbst, wie schon bei Siemens die Electricität selbst ‚zeichnete‘. In Ermangelung fotografischer Fixierung hatte Helmholtz dabei das Problem der Reibung, diesem physikalisch irreduziblen Rest jeder noch so feinen materiellen Aufzeichnung. Die geringste Reibung fand er im Selbstzeichnen auf angerußtem Glas.³² Hierfür war in einer Konstruktion über

29. Wird ein Schreibstift von einem magnetisierten Elektromagneten über der rotierenden Scheibe in der Schwebe gehalten, fällt seine Spitze auf eben jene Scheibe und hinterlässt eine (Zeit-)Linie gemäß der Drehung der Scheibe, wenn der Strom unterbrochen wird. Diese Unterbrechung kann dadurch provoziert werden, dass eine Geschosskugel während des Fluges Netze von Drähten durchschießt, die zur Stromleitung gehören. Letztlich war aber die Fallgeschwindigkeit des Stifts eine nicht auslöschbare Größe, die allenfalls Messungen bis zu einer Exaktheit von 1/60 Sekunde erlaubte.

30. Helmholtz (1850). „Zeittheile“, S. 175.

31. Werner Siemens (1847). „Ueber Geschwindigkeitsmessung“, S. 66.

32. Helmholtz (1850). „Messungen über den zeitlichen Verlauf“, S. 284.

Zwischenstücke ein Gewicht an einen Froschmuskel gehängt. Eines dieser Zwischenstücke trug an einem Querarm eine Stahlspitze, die auf einer fortbewegten, angeruhten Glasplatte oder auf einem rotierenden Zylinder zeichnete, deren Bewegung durch das Sinken eines Gewichts bewirkt wurde, die zwar nicht konstant, in Relation zur Kurzzeitigkeit des zu beobachtenden Ereignisses aber vernachlässigbar war. Wird nun ein in die Apparatur eingehängter Froschmuskel elektrisch gereizt, wird seine Kontraktion als Zeitlinie im Ruß deutlich. „Der zuckende Muskel zeichnete auf diese Weise Curven, deren horizontale Abscissen der Zeit proportional, deren vertikale Ordinaten der Erhebung des Gewichtes gleich waren.“³³ Mit anderen Worten: Während Siemens' Methode mit Leerstellen operierte – ideal digital, wenn man so will –, zeichnete Helmholtz' Froschmuskel qua fester Kopplung im Kontinuum des Realen.

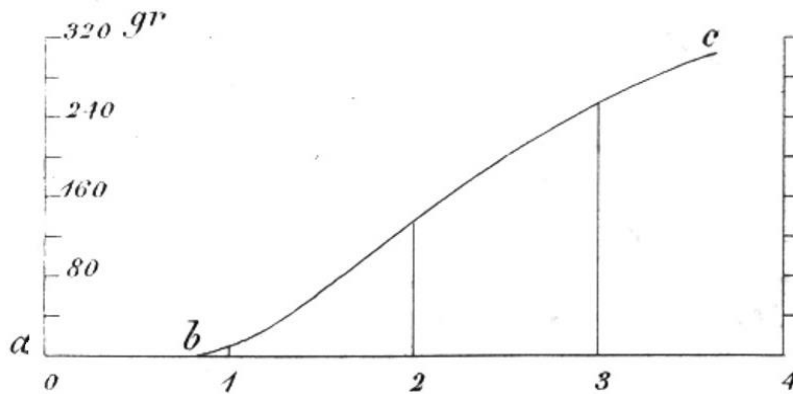


Abb. 1.

Die Kurve (Abb. 1) zeigt die Kontraktion des Froschmuskels nach direkter Reizung auf Basis der dadurch bewirkten Erhebung des Gewichts. Die einzelnen vertikalen Linien markieren Zeitdifferenzen zwischen 0,03 und 0,04 Sekunden. Mit dieser Kurve war einerseits bewiesen, dass die Froschmuskellkontraktion mit einer Latenzzeit behaftet ist, andererseits, dass Froschmuskeln nicht binär in den Zuständen „zucken“ und „nicht zucken“, sondern im Kontinuum kontrahieren und mit einer Anstiegszeit (*rise time*) behaftet sind – ein Begriff, der in der Digitaltechnik auf das physikalisch irreduzible Zeitintervall zwischen Erreichen (*rise*) und Verlassen (Abfallzeit, *fall time*) des geladeneren Zustands (der numerisch abstrahierten 1) referiert. Aufgrund der *rise time* musste Helmholtz daher eine Reihe von Reizungsexperimenten durchführen, um zu beweisen, dass die verschiedenen Stufen der Zuckung des Froschmuskels um ein relatives Δt später einsetzen, wenn die Nervenstrecke (=Kanallänge) eine größere ist und somit ein konkreter Faktor *c* ermittelt werden kann, der die Nervenleitgeschwindigkeit benennt. Und „[d]as“, so Helmholtz, „findet sich aber in der That so.“³⁴ Nur ließ es sich noch nicht mit seiner ersten, einfachen Experimentalmethode nachweisen.

33. Ebd., S. 281.

34. Helmholtz (1850). „Zeittheile“, S. 183.

3. Zeitmessender Strom

Da das bisher beschriebene Messverfahren 1850 noch nicht sehr exakte Messergebnisse zeitigte und vor allem nicht der exakten Adressierung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit in Nervenfasern dienen konnte, nutzte Helmholtz dafür ein zweites Verfahren: eine Methode, die wiederum Antwort auf die bereits erwähnte ballistische Frage nach der Fluggeschwindigkeit von Geschossen und der Dauer der Entzündung von Schießpulver geben sollte und die auf den französischen Physiker Claude Pouillet zurückgeht. Diese Zeitmessmethode übersetzte nicht mehr Zeit- in chronografische Raumunterschiede, sondern machte die Dauer durch die Intensität des Ausschlags einer Galvanometernadel errechenbar.

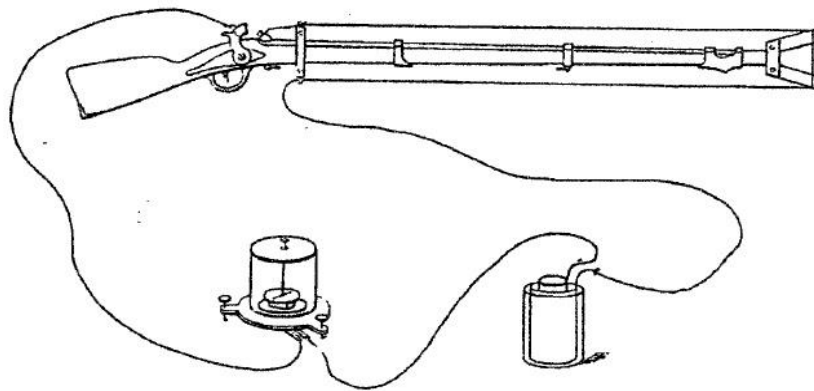


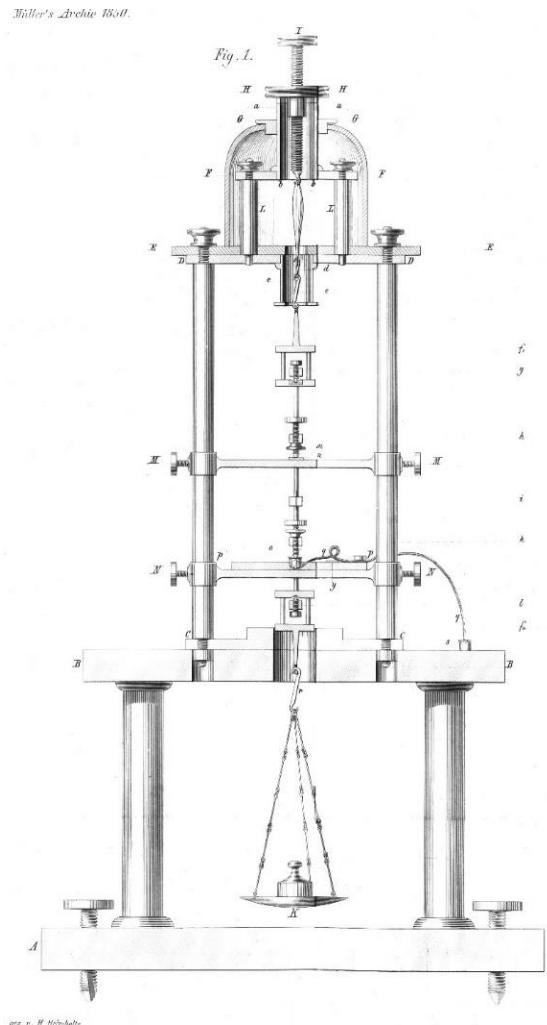
Abb. 2: Zeitmessung mit Pouillet'scher Methode³⁵. Durch das Betätigen des Abzugs des Gewehrs wird ein Stromkreis von bestimmter Intensität geschlossen. Der Austritt der Kugel aus dem Gewehrlauf durchschlägt den Stromkreis wiederum, indem er einen Draht durchtrennt. Der Ausschlag der Galvanometernadel (unten links im Bild) ist der Referent für das Δt . Abbildung aus einer zeitgenössischen Quelle.

Helmholtz maß mit der Methode die elektromagnetische Wirkung einer Kupferdrahtspule auf einen an einem Kokonfaden schwebenden Magneten³⁶, wobei sich die Kupferdrahtspule eben nur dann wie ein Magnet verhält, wenn sie elektrisiert ist. Sobald nun ein Strom durch die Spule in Helmholtz' idealisierter Beschreibung fließt, zieht diese einen Pol des Magneten an. Ist die Kupferdrahtspule nicht mehr elektrisiert, hat sie auch keine Wirkung mehr auf den Magneten, welcher nun „regelmäßige Schwingungen“ macht, „deren Größe sich nur äußerst langsam ändert und daher mit voller Muße bestimmt werden kann.“³⁷

35. Claude Pouillet (1844). „Note sur un moyen de mesurer des intervalles de temps extrêmement courts, comme la durée du choc des corps élastiques, celle du débandement des ressorts, de l'inflammation de la poudre, etc.; et sur un moyen nouveau de comparer les intensités des courants électriques, soit permanents, soit instantanés“. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences* 19, S. 1384–1389.

36. Helmholtz (1850). „Zeittheile“, S. 178.

37. Ebd.



Durch Beobachtung der Stärke des Schwingungsbogens lässt sich ableiten, wie viel Strom durch die Drahtspule floss, die wiederum Auswirkungen auf den Magneten hatte – mit anderen Worten: wie lange die Drahtspule von Strom durchflossen wurde. Damit war elektrischer Strom zum „zeitmessenden Strom“³⁸ geworden.

Das kritische Moment lag wiederum in der Kopplung von zeitmessendem mit muskel- bzw. nervenreizendem Strom und damit in der exakten Synchronität von Zeitmessung und zu messendem Ereignis. Die Lösung war, den zeitmessenden Strom zu beginnen, wenn ein elektrischer Schlag auf die Froschnerven wirkte, und zu beenden, wenn eine andere Leitung und damit ein Stromkreis durch eine gewisse Kontraktionsstärke des Muskels unterbrochen wurde. Dabei konnte durch ein anhängendes Gewicht bestimmt werden, welche Spannung die Muskelkontraktion erreichen musste, um die stromleitenden Metalle voneinan-

38. Ebd., S. 179.

der zu trennen. Helmholtz lieferte eine Abbildung der Apparatur (Abb.3): Vereinfacht beschrieben, realisiert ein Teil der apparativen Methode einen Stromkreis. Wird dieser Stromkreis, der ‚zeitmessende Strom‘, geschlossen, bewirkt dies (durch eine andere Konstruktion, die Helmholtz Wippe³⁹ nannte), dass ein zweiter Stromkreis geöffnet wird und ein sehr kurzer Induktionsstrom auf den Froschmuskel bzw. -nerv wirkt. Die anschließende Kontraktion des Froschmuskels selbst wiederum bewirkt, dass der Stromkreis des ‚zeitmessenden Stroms‘ wieder geöffnet wird. Die Zeit zwischen Reiz-Impuls und Muskelkontraktion ist dann entsprechend die Zeit, in welcher eine Spule auf einen an einem Faden hängenden Magneten wirkte, dessen Schwingungsintensität dann in die Wirkdauer der Spule auf den Magneten umgerechnet werden kann.

Um die Fortpflanzungszeit des Reizimpulses durch Froschnerven von der ‚latenten Phase der Muskelreizung‘ unterscheiden zu können, galt es, den Muskel direkt und indirekt über Nerven zu reizen und die dabei entstehende Zeitdifferenz zu bestimmen. In der von Helmholtz gelieferten Abbildung (Abb. 4) sind daher Drähte (*v*) entweder direkt mit dem Froschmuskel oder einer zum Froschmuskel (*L*) führenden Nervenfaser (*w*) verbunden:

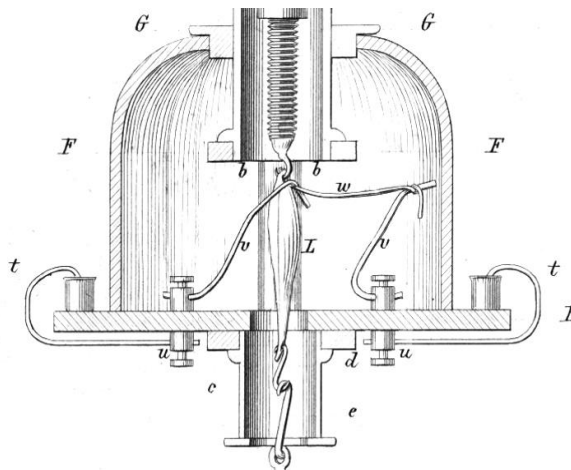


Abb. 4.

Wenn man Messungen über die Zeit anstellt, welche zwischen der Reizung des Nerven und der Erhebung der Ueberlastung durch den Muskel vergeht, stellt sich heraus, dass sie von der Stelle des Nerven abhängig ist, auf welche man den elektrischen Schlag einwirken lässt, und zwar desto grösser, ein je grösseres Stück des Nerven sich zwischen der gereizten Stelle und dem Muskel befindet.⁴⁰

Grund dafür mussten die Nerven selbst sein. Damit ist die Kanallänge also – das sollte heutzutage wenig erstaunen – proportional zur Übertragungszeit, ihr Index.

39. Hermann von Helmholtz (1850). „Messungen über den zeitlichen Verlauf“, S. 295.

40. Ebd., S. 328.

Dabei erinnerte Helmholtz immer wieder an die zeitkritischen Bedingungen, denen wiederum seine apparative Messmethode selbst unterlag. Denn zwar mochte der operationalisierte Induktionsstrom eine Dauer gehabt haben, die „verschwindend klein“⁴¹ ist, aber dennoch ist sie genau dies: eine Dauer. Um zeitkritische Bedingtheit zu erforschen, widmete sich Helmholtz unweigerlich der zeitkritischen Bedingung, denn die Helmholtz'sche Verzeichnung des Realen ist derart mikrotemporal, dass er die Skalierung des Δt und damit den Maßstab des Temporalen überall dort verfeinerte, wo er die Grenze der Feinheit bisheriger Beobachtungen überschritt.⁴² Bevor also Messergebnisse als valide gelten konnten, musste Helmholtz zunächst seine eigene Messapparatur vermessen: „Ich [H. v. Helmholtz] musste darum nach Mitteln suchen, wodurch ich mich überzeugen konnte, dass die Dauer der angewendeten Ströme auch gegen so kleine Zeiträume nicht in Betracht kommt, wie die von mir gemessenen sind.“⁴³ Durch experimentelle Messreihen limitierte Helmholtz den Fehlerwert auf 1/400 des Gesamtwertes und ermittelte als Fortpflanzungsgeschwindigkeit in den Nerven des Frosches 26,4 Meter, also rund 80 Fuß, in der Sekunde und somit eine für Helmholtz unerwartet geringe Geschwindigkeit von lediglich rund einem Zehntel der Schallgeschwindigkeit in der Luft.⁴⁴

Für den Menschen nahm Helmholtz eine Nervenleitgeschwindigkeit von 60 Metern pro Sekunde an, plus eine Prozessierungszeit im Gehirn in Höhe von einer Zehntelekunde. Die Messungen dieser Zeit nahm Helmholtz mit ähnlichen Apparaturen vor, wie er sie für Froschnerven nutzte. Versuchspersonen wurden leichte Elektroschläge gegeben und die Probanden mussten anschließend diesen qua bestimmter Hand- oder Zahnbewegung anzeigen. So zeitbehaftet diese menschliche Reaktion wiederum sein mag, kann dennoch bei ordentlich konditionierten Probanden die Reizleitungsgeschwindigkeit bestimmt werden, wenn Reaktionszeiten identisch sind, aber nicht die Stelle der originären Reizung. „Es ergibt sich z.B., daß eine Nachricht vom großen Zehen etwa 1/30 Secunde später ankommt, als eine vom Ohr oder Gesicht.“⁴⁵ Zum Glück, so Helmholtz, seien die menschlichen Nervenbahnen kurz, welche Eindrücke übertragen, „sonst würden wir mit unserm Selbstbewußtsein weit hinter der Gegenwart und selbst hinter den Schallwahrnehmungen herhinken“⁴⁶. Die annähernde zeitliche Kongruenz zwischen einem Ereignis und seiner Wahrnehmung, also die annähernde Synchronität von Aktion (Reiz auf der Haut), Übertragen (der Reizinformation durch

41. Ebd., S. 296.

42. Ebd.

43. Ebd., S. 296–297.

44. Helmholtz (1850). „Zeittheile“, S. 184–185.

45. Ebd., S. 187.

46. Ebd., S. 189.

Nervenbahnen), Empfangen (derselben im Gehirn) und Prozessieren (der Information im Gehirn) fällt in ein Δt , das es für alltägliche Erfahrung zu vernachlässigen gilt.⁴⁷

4. Zeitverkürzung. Die Ökonomie der Kurven

Der Nachteil des Pouillet'schen Verfahrens war, dass für valide Experimentalergebnisse lange Reihen von Messungen notwendig waren, weshalb Helmholtz schließlich sein ursprüngliches Vorhaben in die Tat umsetzte, nämlich die Verbesserung des ersten Messverfahrens. Sein erklärtes Ziel war es ab 1850, einen Apparat zu konstruieren, der Ergebnisse binnen weniger Minuten zur Evidenz bringt. Für diesen war seine erste Messmethode nach Werner von Siemens (die Visualisierung von Zeit- als Raumunterschied) bloß Grundlage, um die Anwendbarkeit eines chronografischen Verfahrens überhaupt zu testen. Schon im September 1850 schrieb er an du Bois-Reymond, dass er sich einen Apparat mit rotierendem Zylinder bauen lasse, mit dem er hoffte, „jedermann durch einen Versuch in 5 Minuten die Tatsache der Fortpflanzungsdauer in den Nerven vor Augen legen zu können.“⁴⁸ Zwei Dinge waren hierbei kritisch: Die Kurzzeitigkeit des elektrischen Reizimpulses und die konstante Rotationsgeschwindigkeit einer Schreibfläche, die bei der vorherigen Realisierung mit sinkendem Gewicht nicht gegeben war.

Die Drehung der Schreibfläche seines verbesserten Apparats, über den er 1852 berichtete, wurde durch ein Uhrwerk, ein Kegelpendel mit 6 Umdrehungen pro Sekunde, bewirkt. Zudem verfügte der Apparat über eine Vorrichtung zur „rechtzeitigen Auslösung des electrischen Schlages“⁴⁹. Die Aufhängung des Froschwadenmuskels und der Froschnerven folgte dabei der schon im Jahr 1850 gezeigten Abbildung. Auch hier war das kritische Zeitmoment der elektrische Reizimpuls und dass dieser mit dem Beginn der Kurvenzeichnung synchronisiert sein musste, damit die Verzögerung durch längere Nervenleitung als vertikaler Raumunterschied auf der Abszissenachse der Kontraktionsvisualisierung deutlich wurde. Helmholtz löste dies durch eine vergleichsweise simple mechanische Konstruktion (Abb. 5):

47. Nach Helmholtz sollten andere die Bestimmung der Reizleitungsgeschwindigkeit im Menschen fortsetzen, siehe beispielsweise: Rudolf Schelske (1864). „Neue Messungen der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Reizes in den menschlichen Nerven“. *Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medizin*, S. 151–173. Siehe auch Hermann von Helmholtz (1867). „Versuche über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung in den motorischen Nerven des Menschen, welche Hr. N. Baxt aus Petersburg in dessen Laboratorium ausgeführt hat“. *Monatsbericht der königlichen preußischen Akademie der Wissenschaften*, S. 228–234.

48. Brief vom 17.09.1850. In: *Dokumente einer Freundschaft. Briefwechsel zwischen Hermann von Helmholtz und Emil du Bois-Reymond 1846–1894*. Hg. v. Christa Kirsten (1986). Berlin: Akademie-Verlag, S. 106.

49. Hermann von Helmholtz (1852): „Messungen über Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung in den Nerven“. *Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medizin*, S. 199–216, 200.

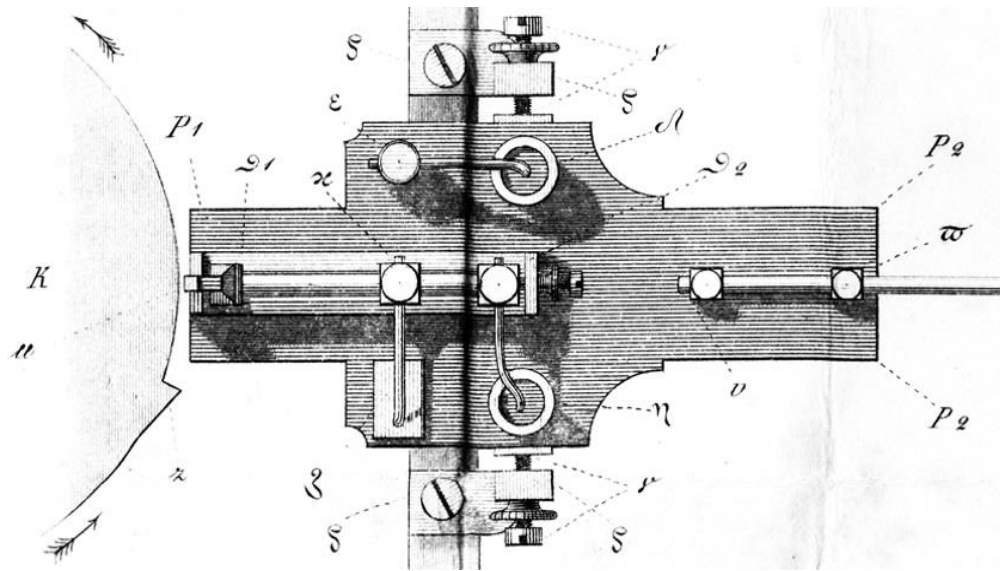


Abb. 5

Die Abbildung zeigt in der Draufsicht eine Drehscheibe *K* (links im Bild), die parallel zur Unterfläche eines Drehzylinders, der Zeichenfläche, angebracht ist und durch das gleiche Uhrwerk wie der Zylinder betrieben wird, wodurch beide synchron laufen. Stößt nun pro vollständiger Umdrehung der Scheibe (was wiederum einer Drehung des Zylinders entspricht) der Daumen *z* an Hebel *u* (links im Bild), wird ein Stromkreis unterbrochen. Dadurch wiederum wird eine Drahtspirale stromlos und in einer zweiten, in der ersten Drahtspirale befindlichen Drahtspirale ein induzierter Strom erzeugt. Diese zweite Drahtspirale steht in Verbindung mit den zu reizenden Nerven. Helmholtz hatte bereits in seiner Schrift „Über die Dauer und den Verlauf der durch Stromesschwankungen inducirten electrischen Ströme“⁵⁰ nachgewiesen, dass zwischen der Unterbrechung des induzierenden und der Entwicklung des induzierten Stroms „keine messbare Zeit vergeht“⁵¹ und dieser daher als instantan angesehen werden kann. Vereinfacht gesagt: Der Moment der Berührung von Daumen *z* und Hebel *u* fällt exakt mit dem Zeitpunkt der Nervenreizung zusammen. Wird hierbei die Position des Zeichenstiftes am Zylinder nicht verändert, befindet sich dieser zu jedem Reizimpuls an exakt derselben Position auf der Zeichenfläche. Bleiben nun – wie bei Experimentalordnungen üblich – alle Parameter gleich und wird nur einer verändert, kann die Anordnung valide Ergebnisse zeitigen: Wenn mit diesem Setting

50. Hermann von Helmholtz (1851). „Ueber die Dauer und den Verlauf der durch Stromesschwankungen inducirten elektrischen Ströme“. *Annalen der Physik* 83, S. 505–540.

51. Hermann von Helmholtz (1852): „Messungen über Fortpflanzungsgeschwindigkeit“, S. 208.

zunächst der Froschmuskel direkt und daraufhin indirekt über Froschnerven gereizt wird, erscheint die Reizlaufzeit im Kanal (Nerv) chronografisch als Phasenverschiebung.

Damit war ein kanalzeitlicher Aussageraum in der Physiologie um 1850 messtechnisch geschaffen, aus dem nicht mehr nur symbolisch, sondern auch grafisch „Gleichzeitigkeit *kat'exochen* verbannt“ wurde.⁵² „Sie *sehen*“, fügt Helmholtz an anderer Stelle über die Messung von Lichtgeschwindigkeit, nämlich Foucaults und Fizeaus Drehspiegelversuchen, an, „daß die Mikroskopie der Zeit die des Raums bei weitem überflügelt hat.“⁵³ Der Begriff der Mikroskopie ist an dieser Stelle weniger metaphorisch als er anmutet, referiert er schließlich etymologisch auf *skopein* für betrachten und benennt zweitens Objekte, die für das menschliche Auge Unsichtbares sichtbar machen und somit, was Mitte des 19. Jahrhunderts eine exakte Zeitmessung ohne lange Messreihen nach Pouillet'scher Methode notwendigerweise noch war: eine Visualisierung, die daher tatsächlich auch ‚gesehen‘ werden konnte (Abb. 6).

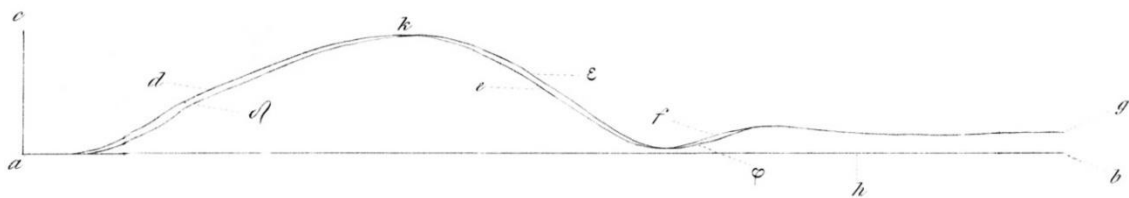


Abb. 6.

Die Entfernung zwischen *a* und *h* entspricht einer Umdrehung der Schreibfläche und damit 1/6 Sekunde. Entsprechend können nun Raum- als relative Zeitunterschiede abgemessen werden. Die Horizontallinie zwischen *a* und dem Beginn der Kurve entspricht der latenten Phase der Muskelreizung. Die räumliche Differenz der beiden Kurven hinsichtlich der Abszissenachse (technisch formuliert: die Phasenverschiebung) entspricht der Laufzeit eines Impulses durch den Froschnerv (Kanalzeit).

5. Chronogrammatologie. Wissenschaft der Zeit-Schrift

Helmholtz' Zeitkurven übersetzten Ereignisse in ihrer Zeitlichkeit also nicht allein in eine bildliche Form, sondern qua Koordinatensystem in die Sphäre des Berechenbaren, des Adressierbaren. Zeitpunkte bekamen nun Adressen, und zwar tatsächlich als Punkte, die wiederum bei bekannter Zeitrelation in exakte Zahlenwerte übersetzt werden konnten. Damit wurden Ereignisse in ihrer Zeitlichkeit über den (Um-)Weg der Visualisierung in das Reich des Symbolischen

52. Christian Kassung und Albert Kümmel (2003). „Synchronisationsprobleme“, in: Albert Kümmel und Erhard Schüttelz (Hg.). *Signale der Störung*. München: Wilhelm Fink, S. 143–166, 145.

53. Helmholtz (1850). „Zeittheile“, S. 177. Kursivsetzung C.B.

übersetzt. Dabei handelte es sich bei der Visualisierung um ein Verzeichnen von Zeitereignissen, wobei der Begriff buchstäblich als *Ver-Zeichnen*, mithin Schrift, gelesen werden muss, womit deutlich wird, dass es sich um Zeichen, Signifikanten handelte, die auf Signifikate – Froschmuskeln und -nerven – verwiesen. Schrift war hier tatsächlich Spur, nämlich die Spur einer mit dem Froschmuskel, im Sinne Fritz Heiders, fest gekoppelten Schreibspitze auf einer beruhten Oberfläche.

Zudem verweisen die Kurvenzeichen als Signifikanten nicht nur auf Signifikate, sondern als Kurven und damit neue visuelle Erkenntnisform zuallererst auf die technischen Verfahren, die ihnen als Bedingung zugrunde liegen. Auch hier ist die Frage nach der Schrift verwoben mit der Frage nach der Technik, und zwar mit einer Technik im Dienst der Chronografie *als Sprache*.⁵⁴ Denn zwar mag sich hier ein Vorgang selbst geschrieben haben, allerdings nur mithilfe eines komplexen Verfahrens und in einem Aufschreibesystem, welches erst konzipiert werden musste. Damit sind oder geben die Kurvenbilder kein *Ab-Bild* des Lebens, sondern sind zunächst Bilder, die das verwendete technische Verfahren *be-zeichnen*.

Wenn ein Zeichen für etwas anderes steht (so die basale Definition von Zeichen), verweisen die Kurven von Hermann von Helmholtz aber nicht nur auf ihre technische Bedingung, sondern auch auf Zeit, und werden dadurch zu Zeitzeichen. Die Wissenschaft von der Schrift, Grammatologie, ist damit zur Chronogrammatologie geworden: zu einer Wissenschaft von Zeichen der Zeit, einer Wissenschaft von *Zeit-Schrift*. Zugleich sind die sich selbst zeichnenden Kurven eine Antwort auf ein Speicherproblem, nämlich die Übertragung wissenschaftlicher Bilder nicht nur über Raum, sondern auch über die Zeit hinweg. Denn, wie Helmholtz trocken feststellte, „[d]ie so angefertigten Zeichnungen kann man aufbewahren.“⁵⁵ Während die Pouillet'sche Methode noch nach Ablesen und Notation verlangte, um Ausschläge der Galvanometernadel zu speichern, fielen bei Helmholtz die Erzeugung von Daten und ihre Speicherung in eins.⁵⁶

Und dennoch sind die so entstandenen Kurven alles andere als evident, denn ohne Helmholtz, der an diesen Kurven chronogrammatologische Operationen durchführte, mögen sie die Reizleitungsgeschwindigkeit zwar *be-zeichnen*,

54. „Technik im Dienst der Sprache: wir berufen uns hier nicht auf ein allgemeines Wesen der Technik, das uns bereits vertraut wäre und uns helfen könnte, den engen und historisch determinierten Begriff der Schrift exemplarisch zu *begreifen*. Wir sind im Gegenteil davon überzeugt, daß eine bestimmte Art der Frage nach dem Sinn und dem Ursprung der Schrift einer bestimmten Art der Frage nach dem Sinn und dem Ursprung der Technik vorangeht oder daß beide zumindest ineinander übergehen.“ Jacques Derrida (1974). *Grammatologie*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, S. 19.

55. Hermann von Helmholtz (1852): „Messungen über Fortpflanzungsgeschwindigkeit“, S. 211.

56. Hierzu auch: Wolfgang Schäffner (2003): „Mechanische Schreiber. Jules Etienne Mareys Aufzeichnungsmaschinen“. In: Bernhard Siegert und Joseph Vogl (Hg.). *Europa: Kultur der Sekretäre*. Zürich/Berlin: Diaphanes, S. 221–234.

aber nicht explizieren. Hierfür waren das Wissen um die Rotationsgeschwindigkeit der Schreibfläche und somit um die Zeitreferenz der Kurve, ein Wissen um das, was die Kurve eigentlich bezeichnete, das Auslesen der exakten Phasenverschiebung und vieles mehr nötig. Sinnfällig wurden die Kurvenbilder erst durch ihre chronogrammatologische Lesung beziehungsweise Vermessung und Umrechnung in numerische Werte. Damit mag die experimentelle Konkretisierung der Reizleitungsgeschwindigkeit in Froschnerven zwar ein Fakt sein, verweist aber auf ein artefaktisches und somit künstliches, nämlich technisches Wissen. Physiologie war chronogrammatologische Messtechnik geworden, die zwischen biologischen Fakten und technischen Artefakten oszilliert.⁵⁷

6. Ergebnis vs. Botschaft

Das Ergebnis der geschilderten Experimente ist die Konkretisierung von Reizlaufzeiten. Oder umgekehrt: Helmholtz war angetreten, Nervenfasern als flüchtige Speicher zu beschreiben und die Speichereigenschaften von biologischen Subjekten zu messen, und konnte herausfinden, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit von Impulsen in Nervenfasern durchaus sehr gering ist. Die Botschaft der Experimente – im Sinne Marshall McLuhans – ist aber eine andere als die Adressierung und Konkretisierung der Nervenleitgeschwindigkeit. Sicher gibt es über die Helmholtz-Experimente viel von Seiten der Wissenschaftsgeschichte, der Physiologie, den Animal Studies, den Gender Studies, der Techniksoziologie, der Praxeologie usw. zu sagen. Medienwissenschaftlich bedeutend sind vor allem zwei Dinge: die Verwendung von Messapparaturen als Kalkül und die Erzeugung und Erscheinung des Reizimpulses.

Erstens. Die medienwissenschaftliche Brisanz des Helmholtz'schen Frosch-Experiments liegt in der basalen Erkenntnis begründet, dass Messtechniken dem Menschen mit seiner irreduziblen Reaktionszeit überlegen sind, wenn es um das möglichst unverfälschte Aufschreiben von Zeit-Ereignissen geht. Wo technische Medien schlicht, und das heißt exakt, messen und registrieren, liegt die menschliche Qualität allein im Interpretieren (entgegen der Gottfried Benn'schen Vision eines Radardenkers). Damit mikrotemporale Ereignisse überhaupt erst wiss- und analysierbar werden konnten, mussten sie ‚stillgestellt‘ werden – ganz im Sinne des Begriffs *Chrono-Grafie* als solchem. Dabei verband Helmholtz apparatives Vorwissen aus der Ballistik mit dem Diskurs der Selbstschreibeapparaturen und überführte diese damit, ganz im Gegensatz zu beispielsweise Carl Ludwigs Pulsschreiber zuvor, in die Sphäre des Zeitkritischen und über den Weg der Visualisierung in den Bereich des Berechenbaren. Helmholtz'

57. Hierzu auch: Bruno Latour (1987). *Science in Action. How to Follow Scientists and Engineers through Society*. Cambridge: Harvard University Press, insb. S. 79.

Experimente sind daher Teil eines im 19. Jahrhundert gründenden „neue[n] Dispositivs von Wahrheitsprozeduren“⁵⁸, die Messtechniken sind und die Differenz von naturwissenschaftlichem Verzeichnen, Messen, Rechnen und geisteswissenschaftlichem Erklären eröffnen.

Mit dieser Ausdifferenzierung ging einher, dass die Verzeichnung des Lebendigen nicht länger den alphabetischen „Engpaß des Signifikanten“⁵⁹ durchlaufen musste, der für alle Informationen des alphabetischen Monopols der Gutenberg-Galaxis normativ war, sondern eine indexikalische *Zeit-Schrift* des Realen ist, die das Leben nicht mehr alphabetisch, sondern zunächst grafisch und auf dieser Basis schließlich numerisch adressiert. Damit findet sich das vermeintliche Aufschreibesystem 1900⁶⁰ mitten *im* 19. Jahrhundert wieder. Messtechnik ermöglichte in den geschilderten Experimentalanordnungen reflexiv eine neue Wahrnehmung, nämlich eine Wahrnehmung menschlicher Wahrnehmung, und zwar auf dem medientechnischen Stand der Mitte des 19. Jahrhunderts. Damit war Wissen um den Menschen vom Wissen des Biologischen oder Physiologischen zum Wissen des Technischen geworden, nämlich zum Wissen um Verfahren und Methoden zeitkritischer Messung: Die Zeitlichkeit von Fühlen und Wahrnehmen wurde qua messtechnischem Artefakt zur Nervenleitgeschwindigkeit *c* als konkretem Fakt, womit das Wissen um Reizleitungsgeschwindigkeit ein Wissen des Artefaktischen ist bzw. neue Tatsachen durch *Tat-Sachen*, technische Objekte, bedingt waren. Die Physiologie als „Wissenschaft von den Lebenserscheinungen der Organismen“, so zugleich der eröffnende Satz von Wilhelm Wundts *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*⁶¹, wurde dabei zum Diskurs von Apparaten, Batterien, Schaltkreisen und neuen Aufschreibeverfahren.

Zweitens. Der Helmholtz'sche Reizimpuls hatte eine explizit mikrotemporale Erscheinung, nämlich „von verschwindend kleiner Dauer“⁶²; das heißt, die Dauer des Reizimpulses ist in Relation zum zu beobachtenden Zeitereignis vernachlässigbar. Schon in der Beschreibung der einfachen Apparatur zeigte sich, dass Helmholtz, bevor er überhaupt experimentierte, zunächst die Experimentalanordnung selbst zeitkritisch bestimmte, denn die Dauer dieses Impulses

58. Hierzu: Bernhard Siegert (1999). „Das Leben zählt nicht. Natur- und Geisteswissenschaften bei Wilhem Dilthey aus mediengeschichtlicher Sicht“, in: Claus Pias (Hg.). *[me'dien] i. Dreizehn Vorträge zur Medienkultur*. Weimar: VDG, S. 161–182, 171.

59. Friedrich Kittler (1986). *Grammophon Film Typewriter*. Berlin: Brinkmann & Bose, S. 12. Für Kittler ist im Aufschreibesystem 1800 daher „Sprache überhaupt bloßer Kanal.“ (Friedrich Kittler (1985). *Aufschreibesysteme 1800/1900*. München: Fink, S. 140). Ein solch metaphorischer Gebrauch des Begriffs „Kanal“ ist unangemessen und kann für die vorliegende Arbeit nicht förderlich sein.

60. Friedrich Kittler (1985). *Aufschreibesysteme 1800/1900*. München: Fink.

61. Wilhelm Wundt (1873). *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*. Dritte völlig umgearbeitete Auflage. Erlangen: Ferdinand Enke, S. 1.

62. Helmholtz (1850). „Messungen über den zeitlichen Verlauf“, S. 277.

konnte Helmholtz als wesentlich kleiner als 1/600 Sekunde angeben.⁶³ An anderer Stelle heißt es:

Da es mir wesentlich auf eine *möglichst kurze Dauer ankam*, wählte ich zur Reizung der Muskeln den bei der Unterbrechung des primären Stromes inducirten secundären, und brachte kein Eisen in die Spiralen, weil durch dessen Anwesenheit die Wirkung zwar sehr verstärkt, aber auch verzögert wird.“⁶⁴

Selbstredend sind die Fokussierung von Mikrotemporalitäten und die Generierung ultrakurzer Impulse im historischen Kontext keine alleinigen Erfindungen von Helmholtz, sondern auch bei beispielsweise Pouillet aufzufinden⁶⁵; dennoch fällt dies bei Helmholtz sehr akribisch aus.

Um an dieser Stelle einen Ausblick zu geben, was an den geschilderten Verfahren der Zeitmessung für eine zu schreibende „Mediengeschichte des Δt “ auch heute noch aktuell ist: Im historischen Kurzschluss sollte die elektrische, mithin medientechnische Erzeugung mikrotemporaler Impulse Jahrzehnte nach der Helmholtz’schen Experimentalforschung in einem komplett anderen Diskurs brisant werden – einem Diskurs, in dem es nicht mehr galt, Fortpflanzungsgeschwindigkeiten c zu wissen, sondern bei bekanntem c durch ein Zeitintervall Raum, also Kanal, zu bestimmen. Mit anderen Worten, in einem Diskurs, der die Logik des Helmholtz’schen Experiments operativ invertiert: der aktiven Ortungstechnik. Bei bekannter Impuls-Ausbreitungsgeschwindigkeit im jeweiligen physikalischen Medium wird in der aktiven Ortungstechnik die Zeit zwischen Senden und Wiederempfangen eines Impulses gemessen, wobei das dabei gezeitigte Zeitintervall (Δt) zum Referenten des durchschwungenen Raums wird, also der Länge des Kanals.

Der Diskurs und historische Kontext der Ortungstechnik mag ein anderer sein als der der Elektrophysiologie um 1850. Die Episteme der Techniken, die einerseits Fortpflanzungsgeschwindigkeit in Froschnerven, andererseits Entfernungen elektromagnetisch messbar machen (Radar), sind allerdings dieselben. Beiden ist gemein, dass sie Messverfahren sind, die zuallererst Zeitintervalle, also das Δt , bestimmen. Dies war durchaus auch im zeitgenössischen Kontext früher Ortungsgeräte bekannt. So heißt es beispielsweise im Handbuch eines der ersten deutschen Radargeräte, dem Freya-Gerät: „*Meßtechnisch gesehen ist die Entfernungsmessung zunächst eine Zeitmessung*, deren Ergebnis sofort auf irgendeine Weise in eine Entfernungsangabe überführt werden muß.“⁶⁶

63. Ebd., S. 281.

64. Ebd., S. 294. Kursivsetzung C.B.

65. Claude Pouillet (1845). „Ueber ein Mittel zur Messung äußerst kurzer Zeiträume, wie der Dauer des Stoßes elastischer Körper, der Auslösung von Springfedern, der Entzündung von Schießpulver u.s.w., und über ein neues Mittel, die Intensität elektrischer Ströme, permanenter wie instantaner, zu messen“. *Polytechnisches Journal* 96, S. 196–201, hier 198–199.

66. BA-MA RL 17/578, S. 10. Kursivsetzung C.B.

Dass zur physiologischen Vermessung von Froschnerven gleich der radar-technischen Bestimmung von Entfernungen mikrotemporale Impulssendungen zur Anwendung kamen und kommen, ist eine weitere Gemeinsamkeit. Schließlich muss der Messimpuls hinsichtlich des zu vermessenden Zeitereignisses vernachlässigbar sein. Hieß es bei Helmholtz, der Impuls sei, wie oben bereits zitiert, eine elektrische „Reizung von verschwindend kleiner Dauer“⁶⁷, heißt es im eröffnenden Satz des 1948er Bandes *Pulse Generators* des Radiation Laboratory des Massachusetts Institute of Technology in Bezug auf den für Radarortungen notwendigen Ortungsimpuls: „Microwave radar has required the development of pulse generators that are capable of producing a succession of pulses of very short time durations.“⁶⁸ Nur wurden eben jene *pulses of very short time durations* nunmehr nicht auf mechanischer Basis qua rotierender Scheibe realisiert, sondern vollständig elektrotechnisch. So konnte die Mikrotemporalität der Impulse gesteigert werden: Das deutsche Freya-Radargerät hatte beispielsweise eine Impuls-Sendezeit von lediglich einer μ -Sekunde, also 1/1.000.000 Sekunde⁶⁹. Die konkrete technische Realisierung der Impulserzeugung mag entsprechend dem medientechnischen Standard der 1940er Jahre sein, ihr Ziel aber entspricht dem 1850 formulierten Vorhaben von Helmholtz.

Wie Episteme durch Diskurse wandern, wie technisch realisierte Ziele als Impulse physiologischen gleich ortungstechnischen Interessen dienen, zeigt dabei vieles, aber zunächst eines auf: Mediengeschichte archäologisch zu betreiben, bedeutet, Epistemen nachzuspüren und auf vermeintlichen Umwegen zu gehen, die genauso kurvenreich verlaufen wie die Geschichte der technischen Objekte selbst.

67. Helmholtz (1850). „Messungen über den zeitlichen Verlauf“, S. 277.

68. G. Norris Glasoe (1948). „Introduction“. In: G. N. Glasoe und J. V. Lebacqz. *MIT Radiation Laboratory Series Volume 5: Pulse Generators*, New York: McGraw-Hill, S. 1–17, 1.

69. BA-MA RL 17/578, S. 20. Die Dauer des Sendeimpulses eines anderen frühen deutschen Radargeräts, dem Würzburg-Gerät, betrug 2 μ -Sekunden, BA-MA RL 17/576, S. 15.

Literaturverzeichnis

Bessel, Friedrich Wilhelm (1876 [1823]). „Persönliche Gleichung bei Durchgangsbeobachtungen“. In ders.: *Abhandlungen in drei Bänden. Band III*. Hg. v. Rudolf Engelmann. Leipzig: Verlag von Wilhelm Engelmann, S. 300–304.

du Bois-Reymond, Emil (1882). „Goethe und kein Ende“ (Rede bei Antritt des Rectorats der Königlich Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin am 15. October 1882). Berlin: Vogt.

du Bois-Reymond, Emil (1849). *Untersuchungen über thierische Elektrizität. Zweiter Band. Dritter Abschnitt*. Berlin: G. Reimer.

Derrida, Jacques (1974). *Grammatologie*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Donders, Franciscus Cornelis (1868). „Die Schnelligkeit psychischer Prozesse“. *Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin* 35, S. 657–681.

Fizeau, Hippolyte Louis und Eugène Gounelle (1850). „Untersuchungen über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Elektrizität“. *Polytechnisches Journal* 117, S. 125–128.

Glasoe, G. Norris (1948). „Introduction“. In: G. N. Glasoe und J. V. Lebacqz. *MIT Radiation Laboratory Series Volume 5: Pulse Generators*, New York: McGraw-Hill, S. 1–17.

von Helmholtz, Hermann (1850). „Messungen über den zeitlichen Verlauf der Zuckung animalischer Muskeln und die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung in den Nerven“. *Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin* 27, S. 276–364.

von Helmholtz, Hermann (1852): „Messungen über Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung in den Nerven“. *Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin*, S. 199–216.

von Helmholtz, Hermann (1845). „Ueber den Stoffverbrauch bei der Muskelaktion“. *Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin*, S. 72–83.

von Helmholtz, Hermann (1851). „Ueber die Dauer und den Verlauf der durch Stromesschwankungen inducirten elektrischen Ströme“. *Annalen der Physik* 83, S. 505–540.

von Helmholtz, Hermann (1850). „Ueber die Methoden, kleinste Zeittheile zu messen, und ihre Anwendung für physiologische Zwecke“. *Koenigsberger naturwissenschaftliche Unterhaltungen* 2, S. 169–189.

von Helmholtz, Hermann (1867). „Versuche über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung in den motorischen Nerven des Menschen, welche Hr. N. Baxt aus Petersburg in dessen Laboratorium ausgeführt hat“. *Monatsbericht der königlichen preußischen Akademie der Wissenschaften*, S. 228–234.

- Kassung, Christian und Albert Kümmel (2003). „Synchronisationsprobleme“, in: Albert Kümmel und Erhard Schüttpelz (Hg.). *Signale der Störung*. München: Wilhelm Fink, S. 143–166.
- Kirsten, Christa, Hg. (1986). *Dokumente einer Freundschaft. Briefwechsel zwischen Hermann von Helmholtz und Emil du Bois-Reymond 1846–1894*. Berlin: Akademie-Verlag.
- Kittler, Friedrich (1985). *Aufschreibesysteme 1800/1900*. München: Fink.
- Kittler, Friedrich (1986). *Grammophon Film Typewriter*. Berlin: Brinkmann & Bose.
- Latour, Bruno (1987). *Science in Action. How to Follow Scientists and Engineers through Society*. Cambridge: Harvard University Press.
- Maxwell, James Clerk (1881). *A Treatise on Electricity and Magnetism. Vol. I. Second Edition*. London: Oxford University Press.
- Pouillet, Claude (1845). „Ueber ein Mittel zur Messung äußerst kurzer Zeiträume, wie der Dauer des Stoßes elastischer Körper, der Auslösung von Springfedern, der Entzündung von Schießpulver u.s.w., und über ein neues Mittel, die Intensität elektrischer Ströme, permanenter wie instantaner, zu messen“. *Polytechnisches Journal* 96, S. 196–201.
- Rieger, Stefan (2008). „Der Frosch – ein Medium?“ In: Alexander Roesler und Stefan Münker (Hg.). *Was ist ein Medium?* Frankfurt am Main: Suhrkamp, S. 285–303.
- Schäffner, Wolfgang (2003): „Mechanische Schreiber. Jules Etiennes Mareys Aufzeichnungsmaschinen“. In: Bernhard Siegert und Joseph Vogl (Hg.). *Europa: Kultur der Sekretäre*. Zürich/Berlin: Diaphanes, S. 221–234.
- Schelske, Rudolf (1864). „Neue Messungen der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Reizes in den menschlichen Nerven“. *Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medizin*, S. 151–173.
- Schmidgen, Henning (2009). *Die Helmholtzkurven. Auf der Spur der verlorenen Zeit*. Berlin: Merve.
- Schmidgen, Henning (2004). „Die Geschwindigkeit von Gedanken und Gefühlen. Die Entwicklung psychophysiologischer Zeitmessungen, 1850–1865“. *NTM: Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaften, Technik und Medizin* 12, S. 100–115.
- Siegert, Bernhard (1999). „Das Leben zählt nicht. Natur- und Geisteswissenschaften bei Wilhem Dilthey aus mediengeschichtlicher Sicht“, in: Claus Pias (Hg.). *[me'dien] i. Dreizehn Vorträge zur Medienkultur*. Weimar: VDG, S. 161–182.
- Siemens, Werner (1847). „Ueber Geschwindigkeitsmessung“. *Fortschritte der Physik im Jahre 1845* 1, S. 47–72.

Sterne, Jonathan (2009). „The Cat Telephone“. *The Velvet Light Trap* 64 (1), S. 83–84.

Wever, Ernest Glen und Charles W. Bray (1930). „Action Currents in the Auditory Nerve in Response to Acoustical Stimulation“. *Proceedings of the National Academy of Science* 16, S. 344–350.

Wiener, Norbert (1948). *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Cambridge: MIT Press.

Wundt, Wilhelm (1873). *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*. Dritte völlig umgearbeitete Auflage. Erlangen: Ferdinand Enke.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Hermann von Helmholtz (1850). „Messungen über den zeitlichen Verlauf der Zuckung animalischer Muskeln und die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung in den Nerven“. *Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medizin* 27, S. 276–364, Tafel VIII, Figur 4.

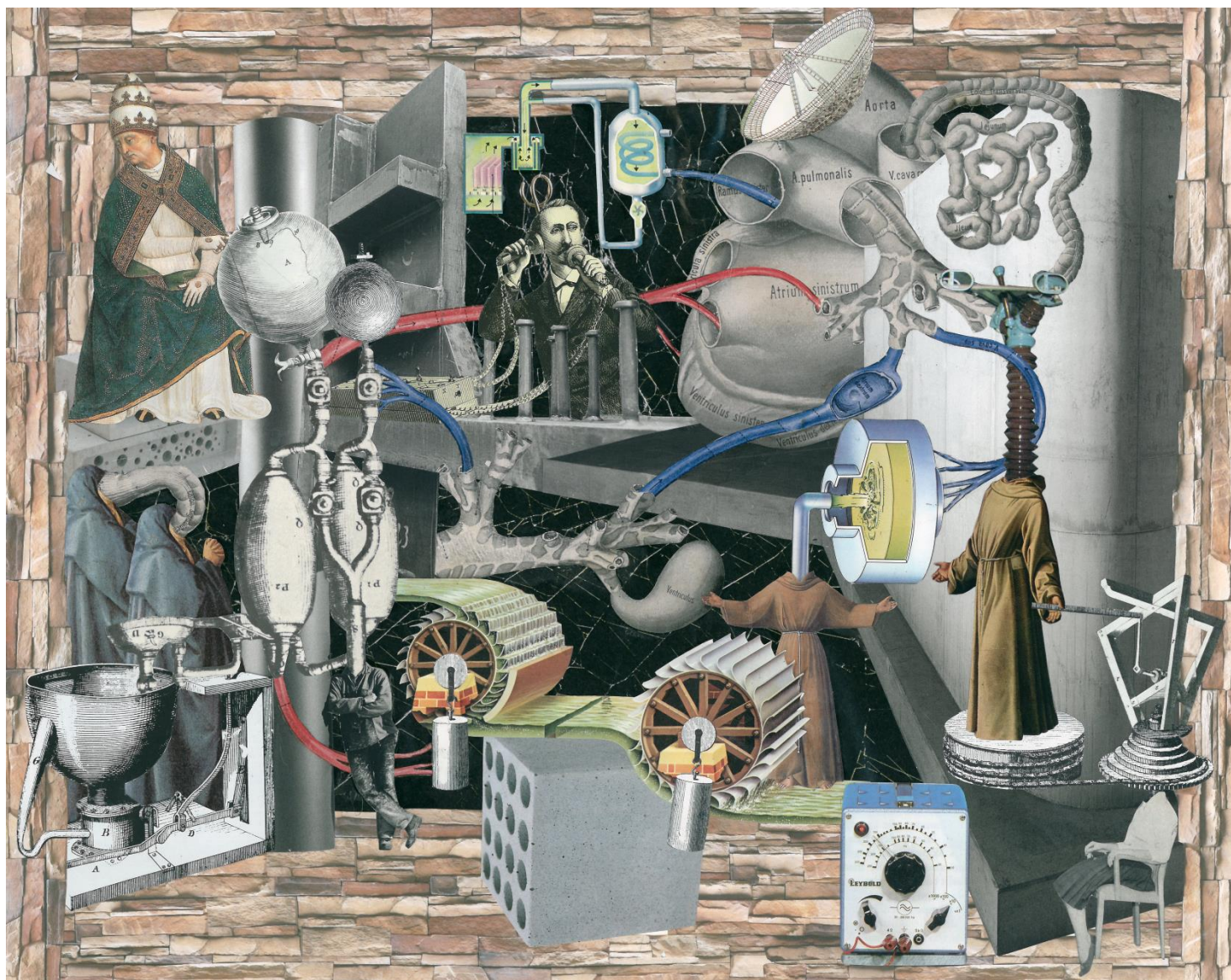
Abb. 2: François Marie Moigno (1849). *Traité de telegraphie électrique renfermant son histoire, sa théorie et la description des appareils* [Kurztitel]. Paris: A. Franck. Hier wurde die Abbildung entnommen aus: Schmidgen (2004): „Die Geschwindigkeit von Gedanken und Gefühlen“, S. 102.

Abb. 3: Hermann von Helmholtz (1850). „Messungen über den zeitlichen Verlauf der Zuckung animalischer Muskeln und die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung in den Nerven“. *Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medizin* 27, S. 276–364, Tafel VIII, Figur 1.

Abb. 4: Hermann von Helmholtz (1850). „Ueber die Methoden, kleinste Zeittheile zu messen, und ihre Anwendung für physiologische Zwecke“. *Koenigsberger naturwissenschaftliche Unterhaltungen* 2, S. 169–189, Tafel VIII, Ausschnitt aus Figur 2.

Abb. 5: Hermann von Helmholtz (1852): „Messungen über Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung in den Nerven“. *Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medizin*, S. 199–216, Tafel VII, Figur 3.

Abb. 6: Hermann von Helmholtz (1852): „Messungen über Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung in den Nerven“. *Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medizin*, S. 199–216, Tafel VII, Figur 5.



Laura Voss, 2016-04-24

Collage

Quantified Self als verwissenschaftlichte Selbsterkenntnis

Lars Gaentzsch

Einleitung

Dieser Beitrag zeigt (wissenschafts-)theoretische, methodische und semantische Analogien sowie diskursive Bezüge zwischen den Self-Tracking-Praxen der Quantified-Self-Community und wissenschaftlicher Forschungspraxis auf. Den Ausgangspunkt der Argumentation bilden epistemische Praxen der Generierung und Reflexion personenbezogener Daten, die sich unter dem Begriff *Self-Tracking* subsumieren lassen. Das Ziel dieser Praxen ist die Ermöglichung zahlenbasierter Erkenntnisse über das eigene Verhalten, den eigenen Körper, die eigenen Emotionen oder kurz: über das eigene Selbst.¹ Unter Zuhilfenahme unterschiedlichster Technologien werden Daten etwa über Nahrungsmittel und Nährwerte, Fitness und sportliche Aktivitäten, Bio- und Gesundheitsparameter, Arbeitszeiten und Produktivität, Gewohnheiten und Laster, Finanzen, Emotionen, Schlafphasen, Aufenthaltsorte und vieles mehr gesammelt, gespeichert und in Form von Zahlen, Tabellen, Graphen und Diagrammen dargestellt. Über die Reflexion der Daten soll Erkenntnis als Selbsterkenntnis möglich werden. Die spezifischen Analogien zur wissenschaftlichen Forschungspraxis eröffnen gleichsam ein Verständnis des Self-Trackings als *verwissenschaftlichte*, weil datenbasierte und methodisierte, *Selbsterkenntnis*. Diese Form der Selbsterkenntnis erfordert ein forschungspraktisches Wissen hinsichtlich der Routinen und Methoden der Datenerhebung und Datenauswertung, des praktischen Einsatzes von Technologien sowie der Interpretation der Daten. Unter anderem dient der Wissens- und Erfahrungsaustausch mit anderen Self-TrackerInnen als zentrales Element der Quantified-Self-Community der Aneignung einer entsprechenden „wissenschaftlichen Expertise“ (vgl. Zillien et al. 2015; Ders. 2016; Heyen 2016). Während die Community durch spezifische Semantiken ihr Handeln in einen wissenschaftlichen Kontext stellt, dienen weitere für eine klare Distanzierung von wissenschaftlichen Gütekriterien.

1. Als Selbst wird in diesem Beitrag ein „dynamisch prozessuierendes und sich lebenslang wandelndes Konstrukt“ verstanden. Dabei wird mit dem Begriff Konstrukt der Charakter des Hergestellten betont, so sich jedes Individuum in jedem Moment und ein Leben lang selbst entwirft, erzählt und konstruiert (Vgl. Straub et al. 2006: 1).

Der Beitrag fokussiert vor allem erkenntnistheoretische Aspekte des Self-Trackings, das heißt: die ideentheoretischen Bedingungen sowie die methodische und technologische Realisierung einer *Selbsterkenntnis durch Zahlen*. Dabei wird angenommen, dass der Praxis des Self-Trackings grundsätzlich ein Erkenntnisinteresse zugrunde liegt. Dieses ist unabhängig davon, ob die Informations- bzw. Datensammlung ein konkretes Ziel hat, sich im Kontext von Bestrebungen nach Selbstkontrolle oder Selbstoptimierung bewegt oder ein spezifisches Forschungsziel verfolgt wird (Heyen 2016: 244f.). Der epistemische Charakter der Praxis rückt damit als substanzieller Funktionsmechanismus auch definitorisch in den Vordergrund.

Des Weiteren will der Beitrag keine Beurteilung hinsichtlich der Wissenschaftlichkeit oder Unwissenschaftlichkeit des Self-Trackings abgeben. Zwar findet sich – wie aufgezeigt werden wird – eine Reihe von Aspekten, die gegen die Wissenschaftlichkeit der Praxis sprechen; jedoch kann angesichts der enormen Heterogenität der Praxisvollzüge ein derartiges Urteil nicht allgemein gefällt werden. Die weiteren Ausführungen basieren auf ersten Ergebnissen meines laufenden Dissertationsprojekts zur deutschsprachigen Quantified-Self-Community und der darin beobachteten Self-Tracking-Praxen.²

Nachdem im Folgenden zunächst die *Praxis des Self-Trackings* sowie die *Quantified-Self-Community* dem Leser nähergebracht wurden, wird sich (wissenschafts-)theoretischen Analogien zugewendet. Über die Rekonstruktion methodischer Analogien stehen spezifische Semantiken und diskursive Bezüge zur Wissenschaft im Fokus der Ausführungen.

Zur Praxis des Self-Trackings

Der enorme Facettenreichtum individueller Praxisvollzüge des Self-Trackings liegt nicht zuletzt auch in der Vielschichtigkeit messbarer Lebensaspekte und dem breiten Technologieangebot begründet. Einen Eindruck der Möglichkeiten vermittelt Swan (2015). Demnach kann das Self-Tracking folgende Lebensaspekte betreffen:

- *Medizinische Aspekte*: Herz- und Pulsschlag, Blutwerte, Gewicht, weiblicher Zyklus und fruchtbare Tage, Symptome chronischer Erkrankungen, Hirnströme u.a.
- *Körperliche Aktivitäten*: Kilometer, Schritte, Trainingseinheiten, Schlaf, Sex u.a.
- *Ernährung*: Nahrungsmittel, Kalorienhaushalt, Nährstoffzufuhr u.a.
- *Psychische Zustände und Eigenschaften*: Emotionen, Selbstwertgefühl, Depressionen u.a.

2. Unter dem Arbeitstitel „Quantified Self: Soziotechnisches System in der Genese des Selbst“ wird der Versuch unternommen, eine *Grounded Theory* zum Verhältnis von Selbst, Technik und Community innerhalb der Selbstkonstruktion zu entwickeln. Die Veröffentlichung der Arbeit ist Ende 2018 geplant.

- *Mentale und kognitive Zustände und Eigenschaften*: IQ, Konzentration, Produktivität u.a.
- *Umweltvariablen*: Orte, Wetter, Lärm, Luftverschmutzung, Pollenflug u.a.
- *Situative Variablen*: Situation, Uhrzeit, Wochentag, Aufenthaltsorte u.a.
- *Soziale Variablen*: Einfluss, Vertrauen, Charisma, soziale Interaktionen u.a. (vgl. Swan 2015: 8; übersetzt, überarbeitet und ergänzt, L.G.).

Zur Erfassung und Analyse dieser und weiterer Variablen bringen Self-TrackerInnen unterschiedlichste Technologien zum Einsatz. Bereits seit Jahrhunderten nutzen Menschen analoge Technologien wie Zettel, Stift, Notiz- und Tagebücher, um einzelne Aspekte ihres Daseins wie Gewicht, Ernährungsgewohnheiten oder Stimmungen aufzuzeichnen und zu reflektieren (vgl. Zillien et al. 2016: 124–132; Ruckenstein/Pantzar 2015: 5). Heute sind es vor allem digitale Technologien in Form von Applikationen für PCs, Smartphones, Tablets, Datenbrillen, Spielekonsolen sowie eine Reihe von Webapplikationen, die für das Self-Tracking genutzt werden. Entsprechende Apps sind meist mit Cloud-Systemen sowie mit verschiedenen Hardware-Gerätschaften – sogenannten *Wearables* – vernetzt. Möglichst klein und leicht konstruiert, können Wearables direkt am oder im Körper getragen werden. Dergestalt ermöglichen sie ein *passives Self-Tracking*, d.h. eine meist vollautomatische, permanente Datenerfassung und -synchronisation mit Endgeräten und Cloud-Diensten. Dagegen bedürfen andere Self-Tracking-Technologien der Selbsteingabe und Selbsteinschätzung des Nutzers. Sie werden daher dem Bereich des *aktiven Self-Trackings* zugeordnet. Wearables finden sich in einer enormen Vielfalt, etwa in Form von digitalen Arm- und Stirnbändern, Schrittzählern, Blutzuckermessgeräten, sensorintegrierter smarter Kleidung und Schuhen, Smartwatches, Schlüsselanhängern oder Pflastern. Ebenso dringen sie in Form von mit Mikrochips und Sensoren bestückter Pillen und Implantate in den menschlichen Körper ein (vgl. Swan 2012: 220).

Self-Tracking beschreibt zunehmend ein soziokulturelles Phänomen, das in immer mehr sozialen und institutionellen Kontexten Anwendung findet und sich hier in Form unterschiedlicher Modi konstituiert (vgl. Lupton 2014). Zugleich findet das Self-Tracking eine Implementierung in zukünftig bedeutsamen technologischen Konzeptionen wie Smart Homes, Smart Cars oder Smart Cities.

Zur Quantified-Self-Community

Ihren Ausgangspunkt nahm die Community im kalifornischen Silicon Valley und damit im weltweit führenden Zentrum technologischer Visionen und Innovationen. Hier wurde sie 2007 durch Kevin Kelly und Gary Wolf ins Leben gerufen. Ein wesentlicher Geburtshelfer und Multiplikator bei der Verbreitung war das renommierte Technologiema­gazin *Wired* (vgl. Ruckenstein/Pantzar 2015). Kelly war hier damals als Chefredakteur und Wolf als Journalist tätig. Mit der 2008 gegründeten Firma *QS Labs* als organisatorischem und finanziellem Herzstück und unter dem Credo *Self-Knowledge through numbers* wuchs die Quantified-Self-

Community in den folgenden Jahren rasch zu einem internationalen Netzwerk von Anwendern, Anbietern und Entwicklern von Self-Tracking-Technologien heran. Mit dem Ziel des gemeinsamen Wissens- und Erfahrungsaustauschs über individuelle und gesellschaftliche Möglichkeiten des Self-Trackings begegnet sich die Community zum einen innerhalb zahlreicher Social-Media-Angebote, etwa auf Facebook, Google+, Twitter, Instagram, YouTube, Vimeo oder auf verschiedenen Webblogs. Zum anderen kommen Mitglieder und Interessierte weltweit zu lokalen Meetups zusammen. Seit 2011 finden jährliche Quantified-Self-Konferenzen auf amerikanischem und europäischem Boden statt. Ebenfalls 2011 gründete sich die erste deutschsprachige Meetup-Gruppe in München. In den folgenden 16 Monaten kamen weitere Gruppen in Hamburg, Köln, Stuttgart, Berlin, Wien, Zürich, Aachen/Maastricht und im Ruhrgebiet hinzu.

Die Self-Tracking-Praxen der Quantified-Self-Community bewegen sich innerhalb eines breiten Spektrums. Auf der einen Seite stehen solche Praxen, die nur einige wenige Variablen erfassen und visualisieren, um Erkenntnisse etwa über tägliche Aktivitäten, Nährwerte, Schlafphasen oder Aufenthaltsorte zu ermöglichen. Auf der anderen Seite finden sich komplexe Praxen, die eine Vielzahl von Variablen mit zum Teil selbstentwickelten Technologien erfassen und auswerten, um Korrelationen – etwa zwischen Schlaf und Produktivität oder zwischen Ernährung und Emotionen – zu entdecken. Da die nachfolgenden Analogien zur wissenschaftlichen Forschungspraxis bei den letztgenannten besonders deutlich zutage treten, schlägt unter anderen Heyen (2016) eine Definition als *Personal-Science-Projekt* vor. Gemeint ist damit der Versuch, „gesichertes Wissen mit wissenschaftlichen Methoden und nach wissenschaftlichen Kriterien zu produzieren, [der] dabei aber den Forscher selbst zum Gegenstand hat und auf handlungspraktisch relevantes Wissen für den Eigenbedarf zielt“ (vgl. Heyen 2016: 253). Diesen Typus von Self-Tracking-Praxen zeichnet ein hoher Grad an Eigenleistung aus, der sich im harten Kern der Community widerzuspiegeln scheint (vgl. ebd.: 254). Wissenschaftstheoretische und methodische Analogien sind jedoch auch weniger komplexen Praxen über das Design entsprechender Self-Tracking-Technologie eingeschrieben. Derart bestimmt die wissenschaftliche Methode auch verstärkt „angeleitete“ Praxisvollzüge, d.h. den praktischen Einsatz entsprechender Technologie, der durch Manuale oder Funktionsweisen bestimmt ist.

(Wissenschafts-)Theoretische Analogie

Konstitutiv für die Quantified-Self-Community ist die Vorstellung der Vorteile einer Selbsterkenntnis auf Basis „objektiver“ Zahlen und Daten. Dieser *Idee der Selbstquantifikation* verleiht die Community mit ihrem Selbstverständnis *Self-Knowledge through numbers* programmatischen Ausdruck. In den Anfangsjahren der Community versuchten Kelly und Wolf in verschiedenen Artikeln und Vorträgen, diese Idee konzeptionell zu erfassen. Während Selbsterkenntnis durch Introspektion und Reflexion oder im Rahmen therapeutischer Interven-

tionen, so Wolf, nur vage, subjektive und narrative Konzepte des eigenen Selbst liefere, ermögliche seine Quantifikation präzise, objektive, numerische Erkenntnisse (Wolf 2009: o.S.; Ders. 2010: o.S.). Die spezifische *Macht der Zahlen* liegt für Wolf dabei in der *Objektivierbarkeit* von Problemen (Wolf 2010: o.S.). Die Quantifikation des Selbst ermögliche dergestalt eine sachliche und abstrakte Form des Wissens, die es erlaube, Probleme verstärkt auf intellektueller Ebene zu betrachten (ebd.). Gleichsam eröffneten Zahlen eine verstärkt analytische Betrachtung des Selbst, so sie Tests, Vergleiche und Experimente ermöglichen (vgl. Kelly 2011: o.S.). So werde es möglich, Geheimnisse aufzudecken, die andernfalls unentdeckt bleiben würden (vgl. Wolf 2010: o.S.).

Die Idee der Selbstquantifikation, so ließe sich hier resümieren, impliziert die Überführung der subjektiven Wahrnehmung und des subjektiven Erlebens von Körper, Verhalten und Emotionen in Zahlenwerte. Sie bilden eine Erkenntnisbasis, welche die Realität scheinbar unverfälscht abbildet, „denn Algorithmen, Kurven und Statistiken gelten als exakter und objektiver als die menschliche Wahrnehmung und Beurteilung“ (Duttweiler/Passoth 2016: 12). Viele Self-TrackerInnen scheinen gerade deshalb passive, d.h. vollautomatisierte Formen des Self-Trackings den aktiven vorzuziehen, um das Subjektive als eine potenzielle Störgröße der Erfassung dezidiert auszuklammern. Mit dem Objektivitätsanspruch der Zahlen wird gleichsam auf Wissenschaftlichkeit verwiesen (ebd.: 13). Das Objektivitätskriterium ist eine zwar viel diskutierte, aber dennoch zentrale Anforderung wissenschaftlicher Praxis. Vorurteile, persönliche Meinungen und Befindlichkeiten sollen keinen oder – wie in der qualitativen Sozialforschung – einen kontrollierten Einfluss auf theoretische Zugänge, Datenerhebung sowie Datenauswertung und -interpretation haben. Innerhalb des Self-Trackings schafft die Objektivierung durch Quantifikation zudem „potenziell einen maximalen Grad an Distanziertheit zum eigenen Körper“ (Zillien et al. 2016: 134) sowie zu Verhalten und Emotionen. Dies soll eine weitreichende Neutralität gewährleisten und fundamentale Erkenntnisse ermöglichen. Die Quantifikation von Phänomenen ist ein grundlegendes Prinzip in weiten Teilen wissenschaftlicher Forschung. Den Naturwissenschaften fungiert die Mathematik als universelle Sprache, um Naturphänomene und ihre physikalischen, chemischen oder biologischen Bedingungen beschreib-, berechnen- und damit vorhersagbar zu machen. In den Sozialwissenschaften dienen quantitative bzw. quantifizierende Methoden dazu, standardisierte Daten zu erzeugen und weiterverarbeiten zu können. Standardisierung durch Quantifikation ist auch Voraussetzung für die Vergleichbarkeit von Ergebnissen. Dergestalt ermöglicht Quantifikation auch immer ein „Sprechen über“. Sie macht Dinge beschreibbar und erkennbar, die sich zuvor der Beschreibung und Erkenntnis entzogen. Quantifikation durch Self-Tracking ermöglicht die Überwindung „der Sprachlosigkeit des Körpers“ (Gugutzer 2013, zit. n. Zillien et al. 2016: 134) sowie jener der emotionalen Welt. Ihre Sprachlosigkeit „entsteht durch mangelnde sprachliche Ausdrucksmittel zu Körperphänomenen [und emotionalen Regungen], die gleichzeitige Notwendigkeit der Verbalisierung bzw. Übersetzung körperlicher [und emotionaler] Qualitäten

in Narrative sowie eine fehlende Distanz zum eigenen Körper [und den eigenen Emotionen]“ (ebd.). Durch gezielte Erfassung, Quantifizierung und Visualisierung verleiht das Self-Tracking nicht nur Körper und Emotionen, sondern auch dem Verhalten numerischen Ausdruck und damit Lebensaspekten Sicht- und Vergleichbarkeit, die „zuvor – auf diese Weise – nicht sichtbar“ waren (Duttweiler/Passoth 2016: 12). Quantifikation bedeutet jedoch nicht allein die Überführung von Eigenschaften in objektive Messwerte, wodurch diese kommunizierbar und vergleichbar werden (vgl. Zillien et al. 2015: 87f.). Quantifikation bedeutet immer auch *Abstraktion*. Gelebte Qualitäten, d.h. Aspekte persönlichen *Erlebens* und subjektiver *Erfahrung* von Körper, Verhalten und Emotionen werden über Algorithmen in quantitative Zahlenwerte übersetzt bzw. *abstrahiert*. Self-Tracking ist somit kein Vorgang der Repräsentation, sondern ein technischer Vorgang der Erschaffung von Messparametern (vgl. Duttweiler/Passoth 2016: 11).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Idee der Selbstquantifikation als das theoretische und programmatische Konstitutiv der Quantified-Self-Community ausgemacht werden kann. Sie impliziert einen Prozess der Objektivierung durch Quantifikation und Abstraktion unter weitgehender Ausklammerung von Subjektivität als potenzieller Störgröße. Die Quantifikation von Körper, Verhalten und Emotionen macht diese nicht nur sichtbar und beschreibbar, sondern eröffnet eine verstärkt analytische Betrachtung und bildet die Basis für Erkenntnisse über das eigene Selbst. Self-TrackerInnen sind hier stets (Selbst-)Forscher und Versuchsobjekt gleichermaßen (vgl. Heyen 2016: 250) – sie sind Subjekt und Objekt der Erkenntnis.³ Die Idee der Selbstquantifikation, so ließe sich hier postulieren, deklariert das eigene Selbst zum Forschungsobjekt, das es über Zahlenwerte reflexiv zu erkennen gilt.⁴

Methodische Analogien

Bevor sich hier den methodischen Analogien zugewandt wird, soll kurz diskutiert werden, welche Art von Erkenntnis bzw. Wissen Self-Tracking eigentlich produziert und worin sich dieses vom wissenschaftlichen Wissen unterscheidet. Auffällig ist, dass zunächst scheinbar offensichtliche Unterschiede bei näherer Betrachtung an Trennschärfe verlieren. Allerdings ist es auch hier die Heterogenität des Self-Trackings, die sich einem allgemeinen Urteil entgegenstellt.

Eingangs wurde argumentiert, dass Self-Tracking-Praxen immer ein Erkenntnisinteresse zugrunde liegt. Self-TrackerInnen versuchen – ähnlich der

3. Heyen setzte in diesem Zusammenhang den Begriff des Prosumer bzw. Produzenter, um die Tatsache zu unterstreichen, dass Self-Tracker sowohl Produzent als auch alltagspraktischer Konsument von Wissen sind (vgl. Heyen 2016: 239f.).

4. Die dem Self-Tracking innewohnende Quantifizierungslogik führen Zillien et al. (2015) auf einen historisch determinierten Prozess einer sich verwissenschaftlichten Moderne zurück. Aus der Überzeugung, dass mittels mathematischer Methoden alles beschreib- und beherrschbar werde, habe sich im Laufe der Zeit eine Kulturtechnik des Messens und Vergleichens entwickelt. Diese fand zunächst Anwendung auf den Körper und später auf das Verhalten (vgl. Zillien et al. 2015: 79f.).

wissenschaftlichen Forschungspraxis –, über den methodischen Einsatz von Messinstrumenten Erkenntnisse und Wissen über ein spezifisches Phänomen zu gewinnen. Ihrem Anspruch nach zielt wissenschaftliche Forschungspraxis darauf, Wissen zu produzieren, das als gesichert und wahr sowie universell (vgl. Heyen 2016: 249) und wissenschaftlich relevant gelten kann. Self-Tracking als in erster Linie selbstreferenzielle Tätigkeit zielt auf die Ermöglichung von Erkenntnissen über das eigene Selbst. Wenngleich diese Erkenntnisse durch „eine erstaunliche Banalität, Erwartbarkeit und Trivialität“ (Duttweiler/Passoth 2016: 28) gekennzeichnet sind, formen sie in der Summe einen mehr oder weniger verknüpften und gefestigten Wissensbestand, eine Art Selbstwissen. Sofern fortlaufend weitere Daten produziert werden, unterliegt dieses Selbstwissen – zumindest theoretisch – ständiger Prüfung und Wandel. Wie im Rekurs auf das Objektivitätskriterium deutlich wurde, streben auch Self-TrackerInnen nach gesichertem Wissen. Um dies zu gewährleisten, kommt es häufig auch zur impliziten Anwendung weiterer Gütekriterien einer guten wissenschaftlichen Praxis – hierzu gleich mehr. Für dieses gesicherte Wissen müssen Self-TrackerInnen einen Wahrheitsanspruch erheben, denn „andernfalls ließe sich damit nur schwer eine Änderung im Alltagsverhalten des Self-Trackers legitimieren, weder sich selbst noch anderen gegenüber“ (Heyen 2016: 249). Der Anspruch der Allgemeingültigkeit bzw. Universalität des produzierten Wissens relativiert sich angesichts der Autoreferenzialität des Self-Trackings, da hier explizit nur Wissen über die eine spezifische Person generiert werden soll. Die Frage nach der wissenschaftlichen Relevanz der gewonnenen Erkenntnisse und des Selbstwissens ist eine Frage des Kontextes. Faktisch finden sich Self-Tracking-Praxen, die über ihre Involvierung in Citizen-Science-Projekte einen tatsächlichen Beitrag zur wissenschaftlichen Forschung bzw. Erweiterung der Wissensbasis bestimmter Fachgebiete leisten (vgl. Heyen 2016: 243ff.). Selbstwissen repräsentiert ein potenziell handlungspraktisch relevantes Wissen (vgl. ebd.: 249). Es eröffnet Self-TrackerInnen verschiedene Handlungsräume wie etwa für Selbstkontrolle, Selbstoptimierung oder für weitere (Selbst-)Forschung. Als klares Abgrenzungskriterium gegenüber wissenschaftlicher Forschung taugt jedoch auch die handlungspraktische Relevanz kaum. Unter anderem Habermas (2008) stellt heraus, dass ein Großteil der Forschung der empirisch-analytischen Wissenschaften einem „technischen Erkenntnisinteresse“ hinsichtlich der Verwertbarkeit des produzierten Wissens folgt (vgl. Habermas/Thyen 2008: 221ff.). Wissenschaftliche Wissensproduktion eröffnet in vielen Fällen potenzielle praktische Anwendungskontexte und trägt damit zur Bildung handlungspraktisch relevanten Wissens bei.

Personal-Science-Projekte offerieren neben wissenschaftstheoretischen insbesondere auch methodische Analogien zur wissenschaftlichen Forschungspraxis. Hier fordert die praktische Umsetzung bzw. Operationalisierung des Erkenntnisinteresses verstärkte Eigenleistungen der Selbstforscher. Diese betreffen forschungsstrategische Überlegungen, den systematisierten und methodisierten Einsatz von Self-Tracking-Technologien unter Abwägung spezifischer Gütekriterien sowie eine damit einhergehende Aneignung von (im weiteren Sinne

„wissenschaftlicher“) Expertise. Sie sind immer dann gefordert, wenn sich für die Untersuchung eines spezifischen Erkenntnisinteresses auf dem Markt keine passenden Technologien finden oder bestehende Technologien nur bedingt geeignet erscheinen.

Dabei ist die Planung und Durchführung von Personal-Science-Projekten häufig gekennzeichnet durch eine – meist implizite – Bezugnahme auf spezifische qualitative Ansprüche an generierte Daten. Diese Qualitätsansprüche sind durchaus analog zu den klassischen Gütekriterien empirischer Forschung wie Reliabilität, Validität und Objektivität lesbar (vgl. Heyen 2016: 249). Dabei lässt sich jedoch eine Bedeutungsverschiebung innerhalb der Quantified-Self-Community beobachten. Das Kriterium der *Validität* richtet sich auf Nützlichkeit und Sinnhaftigkeit gewählter Variablen, Parameter sowie eingesetzter Technologien, um ein Erkenntnisinteresse zu untersuchen. Reliabilität, so hat es den Anschein, rekurriert vor allem auf die Genauigkeit der Messungen (vgl. ebd.). Dies impliziert sowohl die *Messgenauigkeit entsprechender Technologien* als auch die *Gewissenhaftigkeit des Nutzers*, d.h. die Disziplin und Akribie, mit der das Self-Tracking betrieben wird. Objektivität erscheint nur soweit bedeutsam, „als die Self-Tracker ihre selbst erhobenen Daten zumeist von subjektiver Beeinflussung freisprechen“ (Heyen 2016: 249). Als Garant für *Intersubjektivität* und *Reproduzierbarkeit* der Ergebnisse scheint Objektivität eher irrelevant zu sein (vgl. ebd.). Weitere Faktoren, die bei der Planung, Durchführung und Auswertung von Personal-Science-Projekten eine Rolle zu spielen scheinen, sind die Aspekte *Arbeits- und Zeitersparnis* und *Kosten des Self-Trackings*. Der notwendige Arbeits- und Zeitaufwand für Datenerhebung und Datenauswertung soll – so scheint es – unter Berücksichtigung der Kriterien Validität und Reliabilität möglichst gering gehalten werden. Das Self-Tracking soll sich möglichst problem- und umstandslos in das Arbeits- und Privatleben der TrackerInnen integrieren lassen. In diesem Zusammenhang werden daher auch häufig die Vorteile des passiven Trackings betont. Die *Kostenaspekte* spielen vor allem hinsichtlich der Anschaffungskosten entsprechender Technologien, der laufenden Kosten – etwa für regelmäßige Laboranalysen – sowie der möglichen Kostenrückerstattungen, Kostenübernahmen oder der Bonusprogramme von Versicherungen und Arbeitgebern eine Rolle.

Nicht zuletzt hinsichtlich der Verfügbarkeit und Bewilligung zeitlich begrenzter Forschungsgelder sowie anderer formaler Vorgaben sind Aspekte der Arbeits-, Zeit- und Kostenersparnis auch für die Planung und Durchführung wissenschaftlicher Forschungsprojekte bedeutsam. Neben festen Zeit- und Kostenplänen sind forschungspraktische und methodische Abkürzungsstrategien durch Vereinfachung, Automatisierung und Digitalisierung von Datenerhebung und -auswertung relevant. Dabei sind ebenso die Gütekriterien einer guten wissenschaftlichen Praxis zu berücksichtigen. Personal-Science-Projekte der Quantified-Self-Community fordern – wenn auch unter veränderten Vorzeichen – ähnliche forschungsstrategische und forschungspraktische Abwägungen.

Im Lichte der bisherigen Ausführungen lassen sich Self-Tracking-Technologien ohne größere Probleme als Messinstrumente der Datenerhebung und Datenauswertung verstehen. Sie sind damit konstitutives Element einer methodisierten bzw. *verwissenschaftlichten* Selbsterkenntnis. Für ambitionierte Self-TrackerInnen gilt es, Vor- und Nachteile der Technologien abzuwägen, dabei potenzielle Messfehler in Kauf zu nehmen sowie ihren Einsatz zur Datenerhebung und -auswertung nach bestimmten Routinen zu planen oder gegebenenfalls eigene Technologien zu entwickeln. Die wissenschaftliche Methodik ist den Technologien dabei bereits durch ihr Design⁵ eingeschrieben. Digitale Self-Tracking-Technologien nutzen zum Beispiel psychologische Test- und Auswertungsverfahren, um situative Stimmungen oder Charaktereigenschaften zu bestimmen. Im Bereich des Gesundheits- und Fitness-Trackings werden medizinische Messverfahren und Technologien adaptiert, um Puls- und Herzschlag, Körpertemperatur oder Blutzuckerwerte zu ermitteln, Hirnströme zu messen oder Genomsequenzierungen vorzunehmen. Erkenntnisse medizinischer Forschungen werden genutzt, um den NutzerInnen Vergleichs- und Orientierungswerte zu liefern. Des Weiteren bedienen sich viele Self-Tracking-Technologien motivationspsychologischer Prinzipien. Sie nutzen *Feedback-Loops*⁶ oder *Gamification*⁷, um dauerhafte Verhaltensänderungen oder Leistungssteigerungen zu erreichen und diesen Prozess durch Coaching-Techniken zu unterstützen.

Unterstützung und Hilfe bei der Planung und Durchführung ihrer persönlichen Forschungsprojekte finden Selbstforscher in zahlreichen Foren, Blogs sowie in einem wachsenden Literaturkorpus in der Quantified-Self-Community. Sie ist eine vielschichtige Plattform des Wissens- und Erfahrungsaustauschs – sowohl online als auch im Besonderen offline bei den Meetups der Community (Zillien et al. 2016: 136). Mitglieder nutzen dabei sogenannte Show-and-Tell-Talks, um eigene Self-Tracking-Projekte vorzustellen und mit anderen kritisch zu diskutieren. Dies ermöglicht ihren Mitgliedern die Aneignung praktischen, methodischen und theoretischen Wissens – „wissenschaftlicher Expertise“ – rund um das Self-Tracking, das diese wiederum in persönlichen Self-Tracking-Praxen zur Anwendung bringen können.

Der Vorstellung, es handle sich bei Personal-Science-Projekten stets – ähnlich wie bei wissenschaftlichen Forschungsprojekten – um akribisch geplante und minutiös durchdachte Projekte, muss jedoch widersprochen werden. Die meisten Personal-Science-Projekte haben einen höchst experimentellen bzw. Do-It-Yourself-Charakter. Sie fordern zwar stets einige grundlegende strategische

-
5. Mit dem Begriff *Design* sind hier Prozesse des Entwerfens, Konstruierens und Programmierens von Hardware und Software gemeint.
 6. Mit *Feedback-Loops* ist ein Prinzip gemeint, das versucht, durch die regelmäßige Bewusstmachung bzw. Visualisierung des eigenen Verhaltens dauerhafte Verhaltensänderungen, etwa hin zu einer gesünderen Lebensweise oder mehr Produktivität, anzuleiten (vgl. Ruckenstein/Pantzar 2015: 6; Swan 2012: 240).
 7. *Gamification* sind Ansätze, die versuchen, Lernprozesse durch spielerische und motivierende Elemente zu fördern. Genutzt werden hier etwa Belohnungen durch Punkte, Medaillen, Scoring-Systeme oder Wettkampfmöglichkeiten mit anderen Nutzern (vgl. Whitson 2013).

Überlegungen hinsichtlich dessen, was wie und wann gemessen und ausgewertet werden soll. Allerdings werden Personal-Science-Projekte im weiteren Verlauf nach einem Versuch-und-Irrtum-Prinzip angepasst. Duttweiler und Passoth stellen heraus: „Für die Einzelnen bedeutet das unter Umständen langwierige Prozesse der Selektion, des Erwerbs und der Anpassung von Geräten an die eigenen Bedürfnisse, der Entscheidung, was man messen möchte und ob und mit wem man diese Daten teilt, sowie der Routinisierung, um das Messen in den eigenen Tagesablauf einzupassen“ (Duttweiler/Passoth 2016: 11).

Zusammenfassend lässt sich hier festhalten, dass Erkenntnisinteresse und technische Möglichkeiten des Self-Trackings eng miteinander verbunden sind und sich wechselseitig bedingen. Sie fordern – mal mehr, mal weniger – strategische Überlegungen hinsichtlich der Planung und Operationalisierung des Erkenntnisinteresses und der Auswertung der Ergebnisse. Diese betreffen die Wahl geeigneter Self-Tracking-Technologien sowie ihren praktischen Einsatz im Rahmen einer gezielten, explorativen oder experimentellen Datenerhebung. In Analogie zu Messinstrumenten der empirischen Forschung bieten sie jeweils ihre Vor- und Nachteile und erlauben keinen willkürlichen Einsatz. Diese Abwägungen der Vor- und Nachteile erfolgen häufig unter impliziter Anwendung wissenschaftlicher Gütekriterien wie Reliabilität, Validität und Objektivität bei gleichzeitiger Abwägung von Aspekten der Arbeits-, Zeit- und Kostenersparnis.

Semantische und diskursive Analogien

Wie beschrieben, ist der Wissens- und Erfahrungsaustausch über Self-Tracking-Praxen zentrales Element der Quantified-Self-Community. Geprägt ist dieser Austausch von einem spezifischen Duktus, der eine Reihe semantischer Analogien zum wissenschaftlichen Vokabular offeriert. Immer wieder ist die Rede von *Datenerhebungs-* und *Datenauswertungsmethoden*, *Analysen* oder von einer *analytischen Selbstbeobachtung*, von *Experimenten*, *Variablen*, *Korrelationen*, *Messungen*, *Parametern*, *Forschungsprojekten* und vielem mehr. Über diese Semantiken erschaffen die Mitglieder der Community eine wissenschaftliche Kontextualisierung ihres Handelns. Weiter befördert werden diese auch durch eine Vielzahl von Audio-, Video- und Textbeiträgen, in denen sich Mitglieder der Community mit Theorie und Praxis des Self-Trackings sowie Chancen und Risiken der Praxis für den Einzelnen und die Gesellschaft auseinandersetzen.⁸ Neben dem deutlich populärwissenschaftlichen Charakter weisen diese Beiträge häufig eine fast schon ideologische bis missionarische Konnotation auf.

Neben einer direkten Bezugnahme auf wissenschaftliche Forschungspraxis auf der einen Seite distanziert sich die Community auf der anderen Seite wieder von dieser. Ausdruck findet dieser Umstand in der zentralen Formel $N=1$. Mit „N“ wird in der empirischen Forschung die Größe der Grundgesamtheit einer

8. Siehe hierzu etwa Schumacher 2011; Ders. 2013a; Ders. 2013b; 2014; Tensfeldt/Singh 2014; Tensfeldt 2016.

Stichprobe angegeben. Mittels dieser Formel verweist die Community auf die Tatsache, dass sich Self-Tracking-Praxen stets nur auf eine einzige Person richten. Sie sind hiermit gleichsam der Kriterien der Generalisierbarkeit und Reproduzierbarkeit von Datenerhebung und Ergebnissen als zentralen Ansprüchen an wissenschaftliche Forschungspraxis enthoben. Dieser Umstand ist eingebettet in einem breiten Diskurs innerhalb der Quantified-Self-Community sowie zwischen der Community und etablierten Fachwissenschaften hinsichtlich der Wissenschaftlichkeit und Unwissenschaftlichkeit des Self-Trackings sowie den Risiken für Individuum und Gesellschaft. Dabei sehen sich Self-TrackerInnen nicht nur innerhalb der medialen Berichterstattung und der wissenschaftlichen Forschung, sondern auch im alltäglichen Leben immer wieder dem Lichte der Kritik ausgesetzt. In den Social-Media-Angeboten der deutschen Community finden sich häufig Erfahrungsberichte von Self-TrackerInnen, die mit ihren Projekten auf Skepsis oder Ablehnung bei Ärzten gestoßen sind. Experten und Laien stehen sich hier konträr gegenüber.⁹ In diesem Kontext ist eine Beobachtung Boesels (2013a) in der US-amerikanischen Community interessant: Sie meint, im Vergleich der Quantified-Self-Konferenz 2011 zu jener 2012 eine wachsende Lösung der Community vom Bestreben nach Anerkennung durch etablierte Fachwissenschaften – vor allem der Medizin – zu beobachten. Stattdessen mache sich ein *What-works-for-you*-Motto bemerkbar. Die empirische Belastbarkeit von Self-Tracking-Daten, Technologien und Erhebungsmethoden tritt dabei gegenüber den subjektiv empfundenen Positiveffekten des Self-Trackings zurück (vgl. Boesel 2013a: o.S.; dies. 2013b: o.S.). Mit anderen Worten: Solange das Self-Tracking als eine Verbesserung und Bereicherung des eigenen Lebens empfunden wird, ist empirische Signifikanz nebensächlich. Verschiedene Beiträge in der deutschsprachigen Community spiegeln eine ähnliche Einstellung wider.

Beim Resümee des Vorangegangenen erscheint $N=1$ zunehmend als ein universales Prinzip der Quantified-Self-Community. Die Formel verweist auf die Einheit von Forscher und Untersuchungsgegenstand (Heyen 2016: 250) und ist somit Ausdruck der grundsätzlichen Selbstreferentialität des Self-Trackings. Dergestalt wird $N=1$ auch konstitutives Prinzip der Planung und Durchführung von Self-Tracking-Projekten. $N=1$ steht damit auch für die bewusste Abkehr vom Generalisier- und Rekonstruierbarkeitsprinzip der Wissenschaft sowie für einen Bedeutungswandel von Gütekriterien wie Reliabilität, Validität und Objektivität. In einem weiteren Sinne ist die Formel Sinnbild für die Selbstpositionierung der Community gegenüber etablierten Fachwissenschaften sowie im medialen Diskurs. „‘Me and my data’, that is the point with Quantified Self” (de Groot 2014: o.S.), könnte diese Position lauten.

9. Eine empirische Aufarbeitung unter anderem des Spannungsverhältnisses zwischen Self-TrackerInnen und Ärzten findet sich bei Fiore-Gartland/Neff (2015).

Fazit

Self-Tracking lässt sich definieren als heterogene, epistemische Praxen der Generierung und Reflexion personenbezogener Daten mittels Technologien. Derart gewonnene Erkenntnisse über Körper, Verhalten und Emotionen verbinden sich zu einem – dem Anspruch nach – gesicherten und wahren Selbstwissen. Die hier dargelegten Analogien und Bezüge eröffnen eine mögliche Lesart der Self-Tracking-Praxen der Quantified-Self-Community als *verwissenschaftlichte Selbsterkenntnis*, basierend auf der Idee der *Selbstquantifikation*. Diese deklariert das eigene Selbst zum andauernden Forschungsprojekt, das es nach dem Prinzip N=1 über scheinbar objektive Zahlenwerte reflexiv zu erkennen gilt. Self-Tracking-Technologien erscheinen aus diesem Blickwinkel als *Messinstrumente* der Datenerhebung und Datenauswertung, deren praktischer Einsatz spezifischen Erkenntnisinteressen folgt. Gleichsam ist die wissenschaftliche Methode diesen Messinstrumenten bereits im Design eingeschrieben. Die Kultur kollaborativen Lernens der Quantified-Self-Community erscheint als Möglichkeit der *Expertisierung* von Self-TrackerInnen im Austausch mit Gleichgesinnten. Über Szenejargon und Diskurse setzt sich die Community durch ihr Handeln selbst in einen wissenschaftlichen Kontext. Dabei fungiert N=1 als Ankerpunkt einer Selbstpositionierung und Selbstbestätigung in wissenschaftlichen und medialen Diskursen über Wissenschaftlichkeit und Unwissenschaftlichkeit sowie im Weiteren über Sinn und Unsinn des Self-Trackings.

Literaturverzeichnis

Boesel, Whitney E. (2013a): What is the quantified self now? Online verfügbar unter <http://thesocietypages.org/cyborgology/2013/05/22/what-is-the-quantified-self-now/>, zuletzt geprüft am 09.03.2015.

Boesel, Whitney, E. (2013b): By Whom, For Whom? Science, Startups, and Quantified Self. Online verfügbar unter <http://thesocietypages.org/cyborgology/2013/10/17/by-whom-for-whom-science-startups-and-quantified-self/>, zuletzt geprüft am 12.08.2015.

Duttweiler, Stefanie; Passoth, Jan-Hendrik (2016): Self-Tracking als Optimierungsprojekt? In: Stefanie Duttweiler (Hg.): *Leben nach Zahlen. Self-Tracking als Optimierungsprojekt?* Bielefeld: Transcript (Digitale Gesellschaft), S. 9–42.

Fiore-Gartland, Brittany; Neff, Gina (2015): Communication, Mediation, and the Expectations of Data: Data Valences Across Health and Wellness Communities. In: *International Journal of Communication* 9 (4), S. 1466–1484.

Groot, Martjin de (2014): Quantified Self, Quantified Us, Quantified Other. Quantified Self Institute. Online verfügbar unter <http://www.qsinstitute.org/?p=2048>, zuletzt geprüft am 05.05.2015.

Habermas, Jürgen; Thyen, Anke (2008): *Erkenntnis und Interesse*. Hamburg: Felix Meiner Verlag (Philosophische Bibliothek, Band 589).

Heyen, Nils B. (2016): Selbstvermessung als Wissensproduktion. Quantified Self zwischen Prosumtion und Bürgerforschung. In: Stefan Selke (Hg.): *Lifelogging. Digitale Selbstvermessung und Lebensprotokollierung zwischen disruptiver Technologie und kulturellem Wandel*. Wiesbaden: Springer VS, S. 237–256.

Kelly, Kevin (2011): Self-Tracking? You Will. Online verfügbar unter <http://kk.org/thetechnium/self-tracking-y/>, zuletzt geprüft am 26.04.2015.

Lupton, Deborah (2014): Self-tracking cultures: towards a sociology of personal informatics. Online verfügbar unter: http://www.canberra.edu.au/research/repository/file/89265416-5c81-4d4c-bed3-948c2d9a0734/1/full_text_postprint.pdf, zuletzt geprüft 11.08.2017.

Ruckenstein, Minna; Pantzar, Mika (2015): Beyond the Quantified Self: thematic exploration of a dataistic paradigm. In: *New Media & Society* 19 (3), S. 401–418.

Schumacher, Florian (2011): Quantified Self und seine Auswirkungen auf Motivation und Selbstwahrnehmung. Online verfügbar unter <http://igrowdigital.com/de/2011/10/quantified-self-und-seine-auswirkungen-auf-motivation-und-selbstwahrnehmung/>, zuletzt geprüft am 25.04.2016.

Schumacher, Florian (2012): Self-Tracking – Mit Bewusstsein zum Ziel. Online verfügbar unter <http://igrowdigital.com/de/2012/12/self-tracking-mit-bewusstsein-zum-ziel/>, zuletzt geprüft am 25.04.2016.

Schumacher, Florian (2013a): Quantified Self Deutschland wird erwachsen.

Online verfügbar unter <http://igrowdigital.com/de/2013/07/quantified-self-deutschland-endlichangekommen/>, zuletzt geprüft am 25.04.2016.

Schumacher, Florian (2013b): Wie wird Quantified Self das Gesundheitswesen von morgen verändern? Online verfügbar unter <http://symeda.blogspot.de/2013/09/wie-wird-quantified-self-das.html>, zuletzt geprüft am 13.09.2015.

Schumacher, Florian (2014): Versicherungen und Self-Tracking. Online verfügbar unter <http://igrowdigital.com/de/2014/11/versicherungen-und-self-tracking/>, zuletzt geprüft am 07.09.2015.

Straub, Jürgen; Sichler, Ralf; Ziehlke, Barbara (2006): Editorial: Aspekte des kulturellen Selbst. In: *Journal für Psychologie* 14 (1), S. 1–11.

Swan, Melanie (2012): Sensor Mania! The Internet of Things, Wearable Computing, Objective Metrics, and the Quantified Self 2.0. In: *Journal of Sensor and Actuator Networks* 1 (3), S. 217–253.

Swan, Melanie (2015): Connected Car: Quantified Self becomes Quantified Car. In: *Journal of Sensor and Actuator Networks* 4 (1), S. 2–29.

Tensfeldt, Arne (2016): Was ist Quantified Self, Self-Tracking oder Biohacking? Online verfügbar unter <https://www.youtube.com/playlist?list=PLZnZoDobj7Vfi1WIWdRoVUGQndR8pbUim>, zuletzt geprüft am 13.08.2016.

Tensfeldt, Arne; Singh, Dennis (2014): Quantified Self – Was ist das überhaupt? Online verfügbar unter http://was-ist-quantified-self.de/#Quantified_Self_wissenschaftlich_Betrachtet, zuletzt geprüft am 11.11.2015.

Whitson, Jennifer R. (2013): Gaming the Quantified Self. In: *Surveillance & Society* 11 (1/2), S. 163–176.

Wolf, Gary (2009): Know Thyself: Tracking Every Facet of Life, from Sleep to Mood to Pain, 24/7/365. Online verfügbar unter http://archive.wired.com/medtech/health/magazine/17-07/lbnp_knowthyself?currentPage=all, zuletzt geprüft am 18.11.2015.

Wolf, Gary (2010): The Data-Driven Life. Online verfügbar unter <http://www.nytimes.com/2010/05/02/magazine/02self-measurement-t.html>, zuletzt geprüft am 25.02.2016.

Zillien, Nicole; Fröhlich, Gerrit; Dötsch, Mareike (2015): Digitale Selbstvermessung als Verdinglichung des Körpers. In: Kornelia Hahn (Hg.): *Präsenzen 2.0. Körperinszenierung in Medienkulturen*. Wiesbaden: Springer VS (Medienkulturen im digitalen Zeitalter), 77–94.

Zillien, Nicole; Fröhlich, Gerrit; Kofahl, Daniel (2016): Ernährungsbezogene Selbstvermessung. Von der Diätik bis zum Diet Tracking. In: Stefanie Duttweiler (Hg.): *Leben nach Zahlen. Self-Tracking als Optimierungsprojekt?* Bielefeld: Transcript (Digitale Gesellschaft), S. 123–140.

(De-)Constructing Participation in Transdisciplinary Sustainability Research: A Critical Review of Key Concepts¹

Livia Fritz

Keywords: participation, co-production, transdisciplinary research, sustainability science

1. Introduction

«But now that global environmental change is threatening the Earth's carrying capacity, more scientists must take on a new role involving engagement with end-users of science. Scientists need to collaborate directly with people and business to ensure shared understanding of the new realities shaping our world, and help translate knowledge into action for sustainable development.»
(Wilson, 2012 Executive Director of the International Council of Science)

Over the past four decades, debates have intensified questioning the capacity of 'traditional' disciplinary research to tackle the complex problems posed by societal developments. As exemplified by the introductory statement by Steven Wilson in the run-up to the Rio +20 summit, the re-conceptualisation of models of science-society relations is considered indispensable in order to respond to the «grand challenges» of our times: climate change, environmental degradation, rising inequalities within and across societies, to name but a few (European Commission, 2011). Particularly in the area of (un)sustainable development, the malfunctioning feedback between science and political action has become manifest. Along with this realisation came pledges for opening up the research process by including societal actors beyond the traditional scientific sphere, heralding the power of discursive, participatory processes in fostering innovation and societal learning. Observably, the call for rethinking contemporary cultures of knowledge production has moved high on the international policy agenda (e.g. Rio Agenda 21²) and partly has found its way into science funding policies, e.g. the "Science

1. This contribution is based on my PhD Proposal accepted at the Doctoral School of Architecture and the Sciences of the City, ETH Lausanne.

2. In particular Chapters 35.5. and 35.7. allude to the need for linking scientific and traditional, indigenous knowledge (<http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=52&ArticleID=85&l=en>).

with and for Society” programme of the Horizon 2020 of the European Commission, and international initiatives such as Future Earth. Throughout Europe, national research funding bodies have introduced funding schemes which call for the integration of different actor groups into research processes, e.g. FONA (DE), proVISION (AUT), Swiss priority programme Environment (CH, 1992-2000) and MISTRA Innovation (SE). These developments in science policy and practices have led some authors to speak of a ‘participatory turn’ (Bäckstrand, 2003; Chilvers and Kearnes, 2015, p. 13; Jasanoff, 2003) and ‘participatory return’, respectively (Wynne, 2007, p. 100).

Theoretically, these debates are captured in notions such as (i) ‘post-normal science’, arguing that when “facts are uncertain, values in dispute, stakes high and decisions urgent” extended forms of knowledge production are needed (Funtowicz and Ravetz, 1993); (ii) ‘mode 2 knowledge production’, which – in contrast to the classical ‘mode 1’ knowledge production – stresses that non-academic rationales are increasingly framing the production and validation of knowledge (Gibbons et al., 1994); and (iii) the ‘triple-helix model’, which assesses science-university-industry relations (Leydesdorff and Etzkowitz, 1998). Ideas on what this opening-up process looks like, and what it should look like, are diverse and range from citizen conferences to transdisciplinary research (TDR).

Within sustainability research, transdisciplinarity (TD), aiming at integrative forms of knowledge production, has emerged as a key notion. First used some 40 years ago by Erich Jantsch, a physicist and early complexity researcher, at an OECD conference, the notion has gained prominence in particular in the context of environmental and sustainability-related topics (Jahn, 2008). The rise in popularity, especially after the Rio summit (1992) and the official birth of sustainability science around the year 2000 (Kates et al., 2000), was accompanied by various conceptualisations of TD. Broadly speaking, two branches can be identified: sociological, actor-orientated approaches on the one hand, and philosophy of science approaches on the other (e.g. Mittelstraß, 1989). In this article, actor-orientated approaches will be of primary interest. In these approaches, most authors (e.g. Hadorn et al., 2008; Scholz et al., 2006) agree on three minimum criteria according to which TDR: (1) departs from *lifeworld* problems and creates solution-orientated knowledge; (2) integrates different scientific disciplines, i.e. is interdisciplinary; and (3) includes non-scientific actors and their expertise in the production of societally relevant knowledge and steers a process of mutual learning. It is this third element of TD knowledge production, and the *participatory claim* attached to it, which is at the centre of interest of this article.

Despite the widespread call for and high expectations attached to opening up research processes by involving societal actors, fairly little is known about what constitutes different meanings and practices of participation in knowledge production. The literature on participation is widely dispersed, and more recent approaches to participation in TD sustainability research hardly rely on theoretical and practical reflections on participation developed in more established fields. In light of this discrepancy, this article follows Irwin’s (2006, p. 310) proposition

to make the new “constellations the object of research itself”: it asks how participation in knowledge production is constructed and problematised in different scholarly fields, and which understandings of participation underpin such forms of knowledge production. The aim of this article is to (i) bring into conversation three largely disparate scholarly debates on participation in research, (ii) critically examine widely held conceptualisations of participation and (iii) draw tentative contours of an empirical-analytical perspective on participation in TD sustainability research. This shall provide some ideas on how a shift in analytical perspectives on participation might address important gaps in the current understanding of participatory knowledge production.

The article is organised as follows: part 1 provides a review of participation in three different bodies of literature and identifies underpinning models of participation. Building on this state of research, the shortcomings of widely recited models and associated empirical perspectives on participation are critically discussed in part 2. Part 3 outlines the tentative contours of a multidimensional perspective on participatory knowledge production in TD sustainability research before concluding with a summary of general insights and suggestions for further research.

2. Tracing the meanings of participation: a review of key discourses

Questions of participation have been a matter of interest in various academic fields and public debates for decades. Broadly speaking, the literature on participation falls into two categories: literature on participation in decision-making and literature on participation in research and knowledge production. In the following depiction of the state of research, emphasis is put on this second strand of literature on participation – participation in knowledge production, research, and neighbouring fields. The focus is on TD literature as a core discourse on participation in knowledge production in sustainability research. Two related key discourses are addressed: firstly, participation in development research literature, because it enriches our understanding of the development and change component of TD sustainability research and provides valuable examples of critical reflections on participation. Secondly, participation in science and technology studies (STS), because this body of literature allows for a deeper understanding of the science and knowledge production components and provides useful insights into the entanglements of science and society and the conceptualisation of expertise. In the following, these three widely disparate scholarly debates on participation are briefly reviewed and brought into conversation.

2.1 Participation in TD sustainability research

Literature on TD is ample, but scattered over various thematic fields, spanning from medicine and public health (Choi and Pak, 2006) to architecture and urban planning (Tress et al., 2005). Hadorn et al. (2008: 27) describe TD as a ‘fuzzy and contested field’ which is formed by various lines of thinking and heterogeneous

conceptions of science and expertise. This heterogeneity is reflected in the co-existence of a variety of terminologies. While there is strong agreement on participation as a key element of TD sustainability research, a myriad of terms are used to designate those participating in knowledge production, including notions such as future users (Defila and Di Giulio, 2015), stakeholders (Polk and Knutsson, 2008), practice actors, lay people, and civil society actors. Attempts to assemble the heterogeneous writing can be found in comprehensive volumes by Hadorn et al. (2008) and (2012) and in Fam et al. (2016).

Within sustainability research, several interconnected strands of research on TD can be identified, each of which looks at participation from different angles. Firstly, a considerable body of literature elaborates on different ideal-types of TDR, i.e. it addresses the question of what TDR ought to be and how processes should be governed (Bergmann et al., 2012; Jahn, 2008; Scholz and Steiner, 2015). Lang et al. (2012), for instance, set up principles for guiding TDR from problem-framing to implementation. In their reading, an ideal-typical TD process consists of problem-framing, knowledge co-production and the re-integration of knowledge. Throughout these phases, participation appears as input from practice and science framing the problem to be researched, as a co-creation of knowledge by practice and scientific actors, and as a re-integration of knowledge into both societal and scientific practice (Lang et al., 2012, p. 28). Participation is hence ideal-typically thought of as a symmetrical process throughout all three research phases.

A second strand of literature reports on real-type TDR and associated participation practices. A vast number of articles focus on procedural aspects at the level of single projects or of a small set of case studies, i.e. they adopt a micro-level perspective (Steelman et al., 2015; Tötzer et al., 2011; Vilsmaier et al., 2015). Most of the case study analyses include a description of participation as one element of the process and capture the narrative of the researchers involved. A few authors (e.g. Binder et al., 2015; Di Giulio et al., 2016) explicitly include the reflections of non-scientific actors participating in TDR projects. In a quantitative review of this literature, Brandt et al. (2016) identify ‘practitioners’ engagement’ as one of five key challenges in TD sustainability research. While practitioners were involved in most projects in their sample, only few projects gave decision-making authority to practitioners (Brandt et al., 2013, p. 6). Unlike in ideal-typical TDR, Wuelser and Pohl (2016) find that participation in the problem-framing phase is low in ten projects they studied. Following Di Giulio and Defila (2016, p. 201) this is not necessarily perceived as problematic and matches the preferences expressed by non-scientific participants interviewed, who welcome a traditional division of labour between scientific and non-scientific actors in this early project phase.

The third branch of literature is interested in setting up methods of evaluating TDR and its real-world impacts, and aims at the formation of quality criteria so as to enhance the legitimacy of participatory knowledge production in academic discourse and beyond. In these endeavours of assessing outputs and

impacts beyond academic impact metrics, participation in TD sustainability research is viewed as one element on the pathway to impact (Blackstock et al., 2007; Walter et al., 2007; Wiek et al., 2014; Wolf et al., 2013). TD, and with it the participation of heterogeneous actors in research, is seen as a means for achieving desired societal changes towards sustainability. In Walter et al.'s (2007) ex-post evaluation of the impact of TDR, for instance, participation appears as one potential influencing factor, albeit without further specification or operationalisation of the concept. A more elaborate conceptualisation of participation in impact-focused studies is Wiek et al.'s (2014, p. 124) differentiation between nature and quality of participation in TDR.

2.2 Participation in science and technology studies

Literature from the field of STS provides ample reflections on science-society boundaries, and the participation of heterogeneous actors in social spaces of science and technology has become a key concern (Abels, 2006). Scholarly interest ranges from participation in science-policy making and agenda-setting to participation in social appraisals of technology and risk assessments. Over the past four decades, industrialised societies have lived through numerous public controversies of emerging techno-scientific programmes, including nuclear power (Nowotny, 1976) and the nuclear catastrophes of Three Mile Island and Chernobyl, GMO techniques (Hansen, 2010), nanotechnology or shale gas extraction (Goldstein et al., 2016). Such controversies and political attempts to reduce public scepticism towards science and technology by allowing for 'public engagement' or 'public participation' in the governance of science and technology have attracted scholarly attention. STS contributions have shown that the opening-up of technology and risk assessment has been conceived, among other things, as a means to (re-)establish public trust in science or to foster acceptance for new technologies, and has widely echoed a 'deficit model', according to which the 'public' is imagined to have knowledge gaps that need to be filled by *better* science communication (Hansen 2010). Who belongs to those 'publics', which are included in social appraisals of technology and risks, and how they are constructed in relation to 'expertise' is subject of ongoing debate (Fineberg and Stern, 1996; Joss, 2002).

At a conceptual level, participation in technology assessment, just like TD approaches, challenges the well-established perception of a clear-cut boundary and division of labour between society and science as well as the idea that science holds a monopoly over the production of valid, trustworthy knowledge that should 'speak truth to power' (Hoppe, 1999). STS authors address participation as a form of boundary transgression and largely rely on Jasanoff's (2004) idiom of co-production. Along with that, public participation in science(-based policy making) triggered a series of debates on how to demarcate different forms of knowledge and expertise (Beck, 1992; Demeritt, 2015; Jasanoff, 2003). In a widely cited (though not uncontested) article, Collins and Evans (2002, p. 249) aim at dissolving the boundary between certified (scientific) and non-certified

(non-scientific) actors, and introduce the term ‘experience-based experts’ to designate those public actors who have special expertise in virtue of experience.

TDR and the participation of non-scientific actors in research projects has also attracted the attention of STS scholars, representing the most direct overlap with literature on TD sustainability research. Building on ideas of ‘mode 2’ (Gibbons et al., 1994), in an analysis of TDR projects Felt et al. (2016) challenge ideal-typical imaginaries of participation and ask to which extent participation constitutes a practice of boundary transgression. They assess (dis)entanglements between practice and scientific realms and find different models of how researchers and practice actors (re)define science-society relations. i) Linear translation model: scientific and societal arenas remain largely separated. Researchers are powerful actors in shaping what is to be regarded as a societal problem and knowledge is then translated to society. (ii) Delimited neutral arena model: temporal zones of encounters are established between the research and the problem-related area. Participating societal actors are regarded as gatekeepers who hold some specific, experimental knowledge or have access to data. (iii) Temporary shared epistemic arena model: the research arena is functionally delimited but partly overlaps with the problem-related arena with regard to producing, reflecting, and integrating knowledge. Participating societal actors appear as knowledgeable agents (Felt et al., 2016).

In *Remaking Participation*, Chilvers and Kearnes (2015) gather diverse facets of STS scholarship on participation and propose to rethink public engagements with science and environmental issues as diverse, emergent and in the making. The authors were motivated by “[...] the almost breathless celebration of the transformative potential of participation followed quickly by arguments for more participation” (Chilvers and Kearnes, 2015, p. 14). What they identify as missing in the dominant discourse – and this goes in line with the argument presented in this article – is a sustained attempt to not take participation for granted, but to understand how participation is constructed and in the making. Despite the fact that several of the here mentioned topics discussed in STS are relevant for thinking about participation in TDR, with a few notable exceptions cross-referencing between the two fields is rare.

2.3 Participation in development research

Within development studies – an interdisciplinary field interested, among other things, in societal changes in the Global South and closely associated with real-world actions – there has for decades been a tradition of participation in research and research-based development practices. Not least as a reaction to the sobering results of decades of development co-operation matched with the emergence of post-colonial thought (e.g. Said, 1978), the call for the inclusion of local/indigenous knowledge has entered development research long before it was labelled ‘transdisciplinary’. Practices of Rapid Rural Appraisal (RRA) and, in particular, Participatory Rural Appraisal (PRA) emerged from the 1970s onwards. While the former developed tools for better grasping local knowledge (Chambers, 1994,

1974), the latter more radically aimed at reversing roles and shifting the perspectives from outsiders to insiders and stressed the importance of local actors as holders of valid contextualised knowledge (Brutschin and Wiesmann, 2003).

Influenced by the writings of Lewin (1946) and relying on the work of Freire's *Pedagogy of the Oppressed* (1970) and Boff's early liberation theory (1979), proponents of participatory methods and Participatory Action Research (PAR) questioned the dominant top-down practices that characterised much of development planning, research, and thinking. Participation has been seen as a means to ownership and empowerment of individuals and communities and, in turn, as a prerequisite for lasting change (Whyte, 1991). In the meantime, this initially radical critique of development practices and research has been mainstreamed in international development and incorporated into projects and programmes of governments and international organisations (Parfitt, 2004).

With this widespread adoption of participatory approaches in development practice, concerns grew that participation was not the panacea many claimed it to be (Christens and Speer, 2006). Critical perspectives on the concept and practice of participation and participatory development are provided, most prominently, by Kothari and Cooke (2001), Hickey and Mohan (2004) and Cornwall and Coelho (2007). Broadly speaking, different criticisms can be grouped into two branches: i) an internal critique of techniques and methods which aims at improving practices of participation; ii) a more fundamental critique which stresses power effects of participatory discourses (Williams, 2004, p. 559).

In addition to this rich experience with participation practices under different headings, development literature provides practical examples of and critical reflections on TDR (Habermann et al., 2013; Witjes et al., 2012). With the exception of few authors (e.g. Wiesmann et al., 2011), sustainability research scholars rarely refer to experience with participatory approaches in development research and vice versa. Yet, the goals, dynamics and normative aspirations might be comparable and could render an integration of these respective research bodies fruitful. Relying on experiences with participation within development research gives valuable input for improving our understanding of participation in knowledge production for societal change.

2.4 Of ladders and flows: deconstructing 'models' of participation across fields

The rough literature overview given above indicates the various discourses on participation in science and (societal) development and suggests that participation has been brought forward in reaction to different kinds of problems. Put simply, TD sustainability research identifies mismatches between what we know and what we do; development research, on the other hand, observes a lack of ownership and empowerment and, with regard to technology assessment, STS literature problematises a decreasing public trust in science and technology. The common answer to those and other problems is seen in the participation of various actors in the respective process.

Accordingly, participation is a polyvalent term, occurs in different shapes, is associated with multiple ends, and has come to mean different things to different people. Combined with a variety of nouns, the term ‘participatory’ has been loaded with diverse social, political and methodological meaning. Broadly speaking, the manifold ways of making sense of participation can be contextualised in two historically parallel developments: growing public engagement in environmental decision-making in the global North, and action-orientated approaches to community participation of marginalised groups in the Global South (Lawrence, 2006, p. 282). Yet, are there any common grounds when we speak of participation TD sustainability research, development studies, and STS?

Across the three fields, several authors take up and further develop a particular vision of participation which goes back to the *Ladder of Participation* by Arnstein (1969). Her ladder is probably the most popular typology upon which many of today’s conceptualisations of participation in various fields are built (Huxley, 2013, p. 1533). Relying on her experiences as a community worker in the US of the 1960s, Arnstein (1969) categorises eight uses of the term participation and arranges them in a ladder pattern, with each rung corresponding to the extent of citizen power: manipulation and therapy (non-participation); informing, consultation, placation (tokenism); partnerships, delegated power, and citizen control (citizen power). While numerous scholars have renamed the rungs of the ladder for their purposes, Arnstein’s model instilled a particular vision of participatory progress, whereby climbing up the ladder is accompanied by a redistribution of power from the power-holding bodies to the to-be-empowered citizens (Chilvers and Kearnes 2015: xvi). This implies a realist understanding of power as a commodity which can be held by actors and exerted by one actor over another (Hayward, 2000).

In the literature on TD sustainability research, the underpinning model of participation is hardly ever elucidated. Among those authors who make their understanding of participation explicit, different approaches exist. For instance, Stauffacher et al. (2008) conceive participation, in reference to Arnstein, as intensities of involvement of non-scientific actors throughout a project cycle. With the help of this functional-dynamic model, they analyse (and propose to design) the intensities of involvement in a TD case study along the axes of information, consultation, cooperation, collaboration, and empowerment. Conceptualisations of participation specifically for the context of knowledge production have been provided by Defila et al. (2006, p. 216) as well as by Boeckmann (2005). With slight variations, they describe participation as a continuum ranging from non-scientific actors being the object of research/being informed to being a partner on equal footing/actively shaping the process. Both establish an indirectly proportional link between the number of people involved and the intensity of their involvement. In a similar vein, adaptations of the Arnstein typology can be found in the field of development studies. These include Pretty’s typology (1995, p. 1252), which speaks to the user of participatory approaches and conceptualises motivations as an important factor in shaping interventions, and White’s (1996)

typology of interests, which aims at unfolding conflicting ideas about how participation is being used throughout a process. Burgess and Chilvers (2006, p. 719) show that in the literature on participation in governance of science and appraisal of technology, too, three to four-stage classifications of participatory processes based on Arnstein's ladder have become widely used.

Stirling (2008, p. 268) argues that one common feature of participation and its analysis lies in the importance of intentionality attached to it. Analytical attention has been focused on the motivation underlying participation practices. Most prominently, Fiorino distinguishes between three imperatives underwriting participatory practices: normative (participation as an end in and of itself), substantial (participation aimed at achieving better ends), and instrumental (participation aimed at securing particular interests/ends) (Fiorino, 1989), each of which result in different forms of participation. While the first is process-oriented, the latter two focus on outcomes (Stirling, 2008, p. 269).

Alternatively to models based on degrees of involvement, Rowe and Fewer (2005) focus on the *nature of involvement*. They identify three forms of public engagement according to the flow of information: public communication (one-way communication), public consultation (one-way communication in the opposite direction), and public participation (two-way communication). In the field of STS, further suggestions on how to capture participation reflecting the 'acceptability' or 'trust' problem in the public include: Nelkin and Pollak's (1979) distinction between participation as advisory, as public consultation, and as information; or Chilvers' (2007) division into non-interactive, interactive, and active forms of participation.

Field / <i>Axes of comparison</i>	Sustainability research	STS	Development research
<i>Important literature sub-fields on participation</i>	actor-orientated branches of TDR	participatory technology and risk assessment, public engagement	participatory rural appraisal, participatory action research
<i>Main "problem" to be addressed by participation</i>	complexity of <i>lifeworld</i> problems; gap between knowing about unsustainable practices and acting accordingly	lack of trust in science and new technologies	lack of ownership and marginalisation
<i>Actors / "invited publics"</i>	'practice actors' (often institutionalised actors such as municipalities, companies, NGOs)	the 'public'	concerned individuals, communities
<i>Exemplary typologies of participation referred to</i>	functional-dynamic model by Stauffacher et al. (2008); continuum of participation by Defila et al. (2006) and Boeckmann (2005)	participation as flow of information by Rowe and Fewer (2005)	Pretty's typology (1995); White's (1996) typology of interests
<i>Exemplary contribution to other fields</i>	guidance in process design and choice of methods for involvement of non-scientific actors	reflexivity, 'construction' of expertise	critical analyses of power in and through participation processes

Table: Schematic comparison based on scoping literature review.

3. Critical reflections

In the previous part, the current state of research on participation in TD sustainability research were briefly discussed and key works in the bordering fields of development studies and STS were taken into account. Upon that basis, I described common notions and typologies of participation. In the following, I engage in a critical discussion of these conceptualisations of participation and their implications for empirical analyses of participation, particularly in TD sustainability research.

3.1 The predominance of ideal-typical imaginaries of participation

In the field of TD sustainability research, ideal-typical imaginaries of participation in knowledge production prevail while a critical perspective is widely lacking. The term participation has become a buzzword, or, as Renn labels it, a ‘dazzling term’ (Renn 2005 quoted in Scholz, 2011, p. 388), which is mainly positively connoted, associated with democratic values, empowerment, public trust, and a higher probability of inducing societal change. Linked to this, many approaches to participation implicitly adopt normative models that assume a ‘correspondence theory’ of an external ‘public’, which is imagined to be in a natural state and waiting to be mobilised by participatory methods (Chilvers and Kearnes 2015). The notion of participation per se, however, does not say much about *who* is entitled to participate in which ventures, and in which ways. Participation in knowledge production as such neither tackles questions of representation, nor does it ensure the quality of the findings (or even superior quality, as compared to non-participatory processes). Weingart (1997, p. 611) speaks of a “[...] romanticized appeal of the higher rationality of lay knowledge”. Many accounts of participation echo Habermasian ideals of discursive democracy (Cornwall and Coelho, 2007, p. 79) and are normatively guided by principles of ideal speech situations as laid down in Habermas’ *Theory of Communicative Action* (1981). In this regard, analytical approaches privilege consensus-orientated over conflict-sensitive perspectives on participation. Yet, participatory sustainability research is embedded in wider societal struggles for defining what sustainability is, and how it can be achieved. While sustainable development is considered a ‘vision shared by all’ and participation in TDR is expected to contribute to fleshing out this vision, transformation is not merely a question of the right management principles, but as such a deeply political endeavour that might be contested (Brand 2016). Which changes are perceived as desirable and feasible is the result of negotiation processes that reflect societal power relations as much as perceptions of society-nature relations. When it comes to concrete ways of framing and solving sustainability problems, different societal actors express varying and sometimes even incommensurable values and perspectives (Polk and Knutsson, 2008; Popa et al., 2015). Here it is assumed that this plurality of values and perspectives is traceable in sustainability-orientated research, and that it has an impact on the participation process. This entails moving beyond conceiving participation in TD sustainability research as a mere managerial-organisational challenge and

towards conceptualising it as an intrinsically political act (Cornwall, 2008, p. 281). While critical perspectives, for instance, on power within and through participation have gained considerable attention in development studies (Cooke and Kothari, 2001), they have only recently begun to emerge in fields more closely associated with public involvement in science and environmental risk, including sustainability research and STS (Chilvers and Kearnes, 2015). As of now, within the body of literature more narrowly focused on TD sustainability research, critical approaches are marginal, illustrating the potential benefits of bringing these different research fields into conversation.

3.2 Output-orientated (self-)reflections prevail over process-orientated empirical analyses

In reaction to the rather poor empirical basis upon which the high expectations towards TD approaches for sustainable development are grounded (Felt et al., 2012), many current contributions focus on the outputs, impact, and outcomes of TD sustainability research, and tend to regard participation as an input. Participation is frequently portrayed as a means to achieve a certain end (societal change), rather than as a dynamic social process in its own right, with various interpretations and uncertainties. Literature on TD sustainability research hardly addresses the ways in which, for instance, worldviews of the respective actors, the availability of resources, or the perceptions of expertise shape participation. Accordingly, little is known about causes hampering participation and co-production of knowledge, and insights into how different contexts affect participation and, in turn, the societal impact of a project are rare. Methodologically, most of the empirical literature on TDR is based on an in-depth analysis of individual projects, while more aggregated and comparative analyses are scant (Zscheischler and Rogga, 2015). Most of these (self-)reflections are partial in the sense that they speak from the standpoints of the scientific actors, while the perspectives of non-academic participants are seldom adopted.

3.3 Linearity and one-dimensionality

Several of the models of participation reviewed originate in the field of (urban, community) planning and were primarily designed with an interest in processes of decision-making and governance, quests for empowerment, or the planning of interventions. They are not based on experiences with participation in knowledge production and the inclusion of different epistemes in research processes. The short, non-exhaustive, review of typologies of participation referred to in the three bodies of literature suggests that linear, one-dimensional models and typologies of participation dominate. Their linearity is manifest in the implicit ‘the more participation, the better’ logic emblematically illustrated by the metaphor of ladders. They are one-dimensional in the sense that participation appears as a function of the degree of transfer of power which is intentionally handed over by the power-holding actors. In so doing, they rely on a classical understanding of power as ‘power over’, e.g. the ‘powerful’ transferring (or not) some of their power

to the initially ‘powerless’; more relational and discursive forms of power are widely neglected. A post-structuralist approach would, for instance, suggest to understand power as various effects stemming from both intentional and unintentional practices and discourses of participation (Cook et al., 2013).

The ways in which participation is conceptualised arguably has repercussions on the empirical perspective applied to understanding participation practices. While the predominant typologies described provide a valuable starting point for thinking about types and degrees of participation in research and knowledge production, they fall short in explaining why participation plays out differently in different contexts. By and large, descriptive accounts are privileged which focus on the ‘what’ of participation, while the ‘how’ and ‘why’ of different forms of participation are under-researched. Beyond motivations and intentions, there is little systematic knowledge of the factors that form participation processes in TD sustainability research.

4. Contours of an alternative perspective: constructing spaces of participation

In this article, the ways in which participation is addressed in three scholarly fields were reviewed, and widely held conceptualisations of participation were critically reflected with regard to their repercussions on empirical approaches to participation practices. The comparative discussion of the fragmented literature on participation in TD sustainability research, development studies, and STS has shown that the notion of participation is loaded with various meanings and is mostly normatively connoted. While attempts of categorising and assessing participation along ladder patterns are abundant, the question of why different intensities occur largely remains unanswered. Different forms of participation appear as a result of the intentions and goals of those setting up the process; empirical perspectives are predominantly focused on the outputs rather than the processes of participation, and are guided by ideals of deliberative democracy. I therefore want to conclude this article with some thoughts on how the ‘what’ of participation (expressed in intensities) could be complemented with research on why these different shapes of participation materialise. Shifting perspectives away from the imaginaries of ladders might bring to the fore different kinds of questions for empirical enquiries into participation practices.

In the following, a tentative analytical perspective is outlined which is sensitive to the role of various factors shaping participation in TD sustainability research. Moving beyond linear, one-dimensional representations of participation, I here propose to conceive of participation as a *relational space* characterised by the duality of agency and structure (Löw, 2013). Following this idea, in participation processes the actors involved enter a social space which they actively create, but which is also co-constituted by the surrounding social structures and norms. Literature in the three fields reviewed here provides some spatial analogies, not directly focused on participation, but on related aspects of science-society

relations. With their concept of ‘mode 2’, Nowotny et al. (2001), for instance, suggest that the epistemological boundaries between the fields of science and society at least partially dissolve. At the intersection of the realms of science and other societal fields, a new common space emerges which they call the *agora*. In reference to the Greek “political arena and the market place”, they describe the interface as “a public space in which ‘science meets the public’, and in which ‘the public speaks back to science’” (Nowotny et al., 2001, p. 247). Other scholars rely on symbolisms of space as an analytical perspective on social processes. For instance, Felt et al.’s (2009) *epistemic living spaces* and Cornwall’s (2004) *spaces for transformation* provide ideas on how to conceptualise participatory practices as a space.

Transferring elements of those concepts to the case of participation suggests that such spaces are shaped by miscellaneous factors, related both to their embeddedness in the respective societal fields as well as to the actors involved. Conceiving participation as a relational space allows us to understand different shapes and intensities not merely as a function of the intentions of the ‘architects of participation’ (Felt et al., 2012, p. 6). It also draws attention to the forces of the wider scientific and practice fields within which individual engagement situations are embedded, and hence urges us to take into account the power relations inscribed, the ascription of roles, expertise, and identities amongst those who participate. An analytical approach focusing on spaces of participation might guide an empirical analysis of the dimensions that constitute practices of participation and shape their fabrication. The resulting multidimensional approach directs analytical attention to factors on different scales, from institutional and structural ones to factors at the level of individual actors or collectives, and suggests that we look at their inter-relations. In so doing, it complements existing perspectives on both the ‘what’ of participation and on the outputs of participation, and helps us to move beyond the sole focus on the engagement situation by taking into account its embeddedness in the wider political economy of knowledge production.

While the literature in the three fields introduced above suggests that several elements are involved in the making of participation, these need to be systematically brought together. In addition, empirical research is needed to elucidate the way in which the actors involved conceive of participation, and what they perceive as participation-related factors. Future research should aim at widening the empirical basis on the factors constituting spaces of participation, move beyond single case study approaches and self-reflections, and take into account the perspectives and standpoints of both scientific and non-scientific actors in the making of collaborative knowledge production projects in the field of sustainability.

References

- Abels, G., 2006. Forms and functions of participatory technology assessment—Or: Why should we be more sceptical about public participation? Presented at the Participatory Approaches in Science & Technology Conference 4th–7th June, Edinburgh.
- Arnstein, S.R., 1969. A ladder of citizen participation. *J. Am. Inst. Plann.* 35, 216–224.
- Bäckstrand, K., 2003. Civic science for sustainability: reframing the role of experts, policy-makers and citizens in environmental governance. *Glob. Environ. Polit.* 3, 24–41.
- Beck, U., 1992. *Risk society: Towards a new modernity*. London and New York: Sage.
- Bergmann, M., Jahn, T., Knobloch, T., Krohn, W., Pohl, C., Schramm, E., Faust, R.C., 2012. *Methoden transdisziplinärer Forschung*. Frankfurt am Main and New York: Campus Verlag.
- Binder, C.R., Absenger-Helmli, I., Schilling, T., 2015. The reality of transdisciplinarity: a framework-based self-reflection from science and practice leaders. *Sustain. Sci.* 10, 1–18.
- Blackstock, K.L., Kelly, G.J., Horsey, B.L., 2007. Developing and applying a framework to evaluate participatory research for sustainability. *Ecol. Econ.* 60, 726–742.
- Boeckmann, T., Dorsch, P., Hoffmann, F., Ohlhorst, D., Schumacher, U., Wulff, J., 2005. Zwischen Theorie und Praxis. Anregungen zur Gestaltung von Wissenschafts-Praxis-Kooperationen in der Nachhaltigkeitsforschung. Discussion paper 17, Zentrum für Technik und Gesellschaft.
- Boff, L., 1979. *Liberating grace*. New York: Orbis Books.
- Brandt, P., Ernst, A., Gralla, F., Luederitz, C., Lang, D.J., Newig, J., Reinert, F., Abson, D.J., von Wehrden, H., 2013. A review of transdisciplinary research in sustainability science. *Ecol. Econ.* 92, 1–15.
- Brutschin, J., Wiesmann, U., 2003. Transdisciplinary research in development cooperation: origins and paradigms. *Unity Knowl. Transdiscipl. Res. Sustain. En cycl. Life Support Syst. EOLSS*.
- Burgess, J., Chilvers, J., 2006. Upping the ante: a conceptual framework for designing and evaluating participatory technology assessments. *Sci. Public Policy* 33, 713–728.
- Chambers, R., 1994. Participatory rural appraisal (PRA): analysis of experience. *World Dev.* 22, 1253–1268.
- Chambers, R., 1974. *Managing rural development ideas and experience from East Africa*. Uppsala: Scandinavian Institute of African Studies.

- Chilvers, J., 2007. Deliberating competence: Theoretical and practitioner perspectives on effective participatory appraisal practice. *Sci. Technol. Hum. Values* 33.
- Chilvers, J., Kearnes, M., 2015. *Remaking Participation: Science, Environment and Emergent Publics*. London and New York: Routledge.
- Choi, B.C., Pak, A.W., 2006. Multidisciplinarity, interdisciplinarity and trans-disciplinarity in health research, services, education and policy: 1. Definitions, objectives, and evidence of effectiveness. *Clin. Invest. Med.* 29, 351.
- Christens, B., Speer, P.W., 2006. Review essay: tyranny/transformation: power and paradox in participatory development. *Forum Qualitative Sozialforschung* 7/Forum: Qualitative Social Research 7.
- Collins, H.M., Evans, R., 2002. The third wave of science studies studies of expertise and experience. *Soc. Stud. Sci.* 32, 235–296.
- Cook, B.R., Kesby, M., Fazey, I., Spray, C., 2013. The persistence of “normal” catchment management despite the participatory turn: Exploring the power effects of competing frames of reference. *Soc. Stud. Sci.* 43, 754–779.
- Cooke, B., Kothari, U., 2001. *Participation: The new tyranny?* London: Zed Books.
- Cornwall, A., 2008. Unpacking “Participation”: models, meanings and practices. *Community Dev. J.* 43, 269–283.
- Cornwall, A., 2004. Spaces for transformation? Reflections on issues of power and difference in participation in development. In: *Participation: from tyranny to transformation*. London and New York: Zed Books, 75–91.
- Cornwall, A., Coelho, V.S., 2007. *Spaces for change? The politics of citizen participation in new democratic arenas*. London: Zed Books.
- Defila, R., Di Giulio, A., 2015. Integrating knowledge: Challenges raised by the “Inventory of Synthesis.” *Futures* 65, 123–135.
- Defila, R., Di Giulio, A., Scheuermann, M., 2006. *Forschungsverbundmanagement: Handbuch für die Gestaltung inter- und transdisziplinärer Projekte*. Zürich: vdf Hochschulverlag AG.
- Demeritt, D., 2015. The Promises of Participation in Science and Political Ecology, in: Perreault, T.B., Gavin; McCarthy, James (Ed.), *Handbook of Political Ecology*. London and New York: Routledge.
- Di Giulio, A., Defila, R., Brückmann, T., 2016. “Das ist halt das eine ... Praxis, das andere ist Theorie” - Prinzipien transdisziplinärer Zusammenarbeit im Forschungsalltag, in: Defila, R., Di Giulio, A. (Eds.), *Transdisziplinär Forschen - Zwischen Ideal und gelebter Praxis: Hotspots, Geschichten, Wirkungen*. Frankfurt am Main: Campus Verlag.

European Commission, 2011. Horizon 2020—The Framework Programme for Research and Innovation.

Fam, D., Palmer, J., Riedy, C., Mitchell, C., 2016. Transdisciplinary research and practice for sustainability outcomes. New York: Routledge.

Felt, U., 2009. Knowing and living in academic research: convergences and heterogeneity in research cultures in the European context. Institute of Sociology of the Academy of Sciences of the Czech Republic, Prague.

Felt, U., Igelsböck, J., Schikowitz, A., Völker, T., 2016. Transdisciplinary Sustainability Research in Practice: Between Imaginaries of Collective Experimentation and Entrenched Academic Value Orders. *Sci. Technol. Hum. Values* 1, 30.

Felt, U., Igelsböck, J., Schikowitz, A., Völker, T., 2012. Challenging participation in sustainability research. *J. Deliberative Mech. Sci.* 1, 4-34.

Fineberg, H.V., Stern, P.C., 1996. Understanding Risk: Informing Decisions in a Democratic Society. Washington: National Academies Press.

Fiorino, D.J., 1989. Environmental risk and democratic process: a critical review. *Colum J Envtl L* 14, 501.

Freire, P., 1970. *Pedagogy of the Oppressed*. New York: Herder and Herder.

Funtowicz, S.O., Ravetz, J.R., 1993. The emergence of post-normal science, in: *Science, Politics and Morality*. Dordrecht: Springer, pp. 85–123.

Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., Trow, M., 1994. The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies. Los Angeles (a.o.): Sage.

Goldstein, B.D., Renn, O., Jovanovic, A.S., 2016. Public Health, Risk Perception, and Risk Communication: Unconventional Shale Gas in the United States and the European Union, in: Rose, T. (Ed.), *Environmental and Health Issues in Unconventional Oil and Gas Development*. Amsterdam (a.o.): Elsevier, pp. 107–127.

Habermann, B., Misganaw, B., Peloschek, F., Dessalegn, Y., 2013. *Inter- and Transdisciplinary Research Methods in Rural Transformation: Case Studies in Northern Ethiopia*. Vienna: Centre for Development Research (CDR).

Habermas, Jürgen, H., 1981. *Theorie des kommunikativen Handelns*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Hadorn, G.H., Hoffmann-Riem, H., Biber-Klemm, S., Grossenbacher-Mansuy, W., Joye, D., Pohl, C., Wiesmann, U., Zemp, E., 2008. *Handbook of trans-disciplinary research*. Dordrecht: Springer.

Hansen, J., 2010. *Biotechnology and public engagement in Europe*. Houndsmill, Basingstoke: Palgrave Macmillan.

Hayward, C.R., 2000. *De-facing power*. New York (a.o.): Cambridge University Press.

- Hickey, S., Mohan, G., 2004. Towards participation as transformation: critical themes and challenges. In: *Participation: from tyranny to transformation*. Zed Books, London and New York, 3–24.
- Hoppe, R., 1999. Policy analysis, science and politics: from “speaking truth to power” to “making sense together.” *Sci. Public Policy* 26, 201–210.
- Huxley, M., 2013. Historicizing planning, problematizing participation. *Int. J. Urban Reg. Res.* 37, 1527–1541.
- Irwin, A., 2006. The politics of talk: coming to terms with the “new” scientific governance. *Soc. Stud. Sci.* 36, 299–320.
- Jahn, T., 2008. Transdisziplinarität in der Forschungspraxis. In: Bergmann, M., Schramm, E. (eds.): *Transdisziplinäre Forschung. Integrative Forschungsprozesse verstehen und bewerten*. Frankfurt am Main and New York: Campus Verlag, 21–37.
- Jasanoff, S., 2004. *States of knowledge: the co-production of science and the social order*. London and New York: Routledge.
- Jasanoff, S., 2003. Breaking the waves in science studies: comment on H.M. Collins and R. Evans, ‘the third wave of science studies’. *Soc. Stud. Sci.* 389–400.
- Joss, S., 2002. Toward the public sphere—Reflections on the development of participatory technology assessment. *Bull. Sci. Technol. Soc.* 22, 220–231.
- Klein, J.T., Grossenbacher-Mansuy, W., Häberli, R., Bill, A., Scholz, R.W., Welti, M., 2012. *Transdisciplinarity: joint problem solving among science, technology, and society: an effective way for managing complexity*. Birkhäuser.
- Lang, D.J., Wiek, A., Bergmann, M., Stauffacher, M., Martens, P., Moll, P., Swilling, M., Thomas, C.J., 2012. Transdisciplinary research in sustainability science: practice, principles, and challenges. *Sustain. Sci.* 7, 25–43.
- Lawrence, A., 2006. “No personal motive?” Volunteers, biodiversity, and the false dichotomies of participation. *Ethics Place Environ.* 9, 279–298.
- Lewin, K., 1946. Action research and minority problems. *J. Soc. Issues* 2, 34–46.
- Leydesdorff, L., Etzkowitz, H., 1998. The triple helix as a model for innovation studies. *Sci. Public Policy* 25, 195–203.
- Löw, M., 2013. *Raumsoziologie*. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag.
- Mittelstraß, J., 1989. Wohin geht die Wissenschaft? Über Disziplinarität, Transdisziplinarität und das Wissen in einer Leibniz-Welt. *Konstanz. Bl. Für Hochschulfragen* 26, 97–115.
- Nelkin, D., Pollak, M., 1979. Public Participation in technological decisions: reality or grand illusion. *Technol. Rev.* 81, 54–64.
- Nowotny, H., 1976. Social aspects of the nuclear power controversy. *IIASA Laxenburg*.

- Nowotny, H., Scott, P., Gibbons, M., 2001. Re-thinking science: Knowledge and the public in an age of uncertainty. *SciELO Argentina*.
- Parfitt, T., 2004. The ambiguity of participation: a qualified defence of participatory development. *Third World Q.* 25, 537–555.
- Polk, M., Knutsson, P., 2008. Participation, value rationality and mutual learning in transdisciplinary knowledge production for sustainable development. *Environ. Educ. Res.* 14, 643–653.
- Popa, F., Guillermin, M., Dedeurwaerdere, T., 2015. A pragmatist approach to transdisciplinarity in sustainability research: From complex systems theory to reflexive science. *Futures* 65, 45–56.
- Pretty, J.N., 1995. Participatory learning for sustainable agriculture. *World Dev.* 23, 1247–1263.
- Rowe, G., Frewer, L.J., 2005. A typology of public engagement mechanisms. *Sci. Technol. Hum. Values* 30, 251–290.
- Said, E., 1978. *Orientalism: Western Conceptions of the Orient*. London: Kegan Paul.
- Scholz, R.W., 2011. *Environmental Literacy in Science and Society: From Knowledge to Decisions*. London and New York: Cambridge University Press.
- Scholz, R.W., Lang, D.J., Wiek, A., Walter, A.I., Stauffacher, M., 2006. Trans-disciplinary case studies as a means of sustainability learning: Historical framework and theory. *Int. J. Sustain. High. Educ.* 7, 226–251.
- Scholz, R.W., Steiner, G., 2015. Transdisciplinarity at the crossroads. *Sustain Sci* 10, 521–526.
- Stauffacher, M., Flüeler, T., Krütli, P., Scholz, R.W., 2008. Analytic and dynamic approach to collaboration: a transdisciplinary case study on sustainable landscape development in a Swiss prealpine region. *Syst. Pract. Action Res.* 21, 409–422.
- Steelman, T., Nichols, E.G., James, A., Bradford, L., Ebersöhn, L., Scherman, V., Omidire, F., Bunn, D.N., Twine, W., McHale, M.R., 2015. Practicing the science of sustainability: the challenges of transdisciplinarity in a developing world context. *Sustain. Sci.* 10, 581–599.
- Stirling, A., 2008. “Opening up” and “closing down” power, participation, and pluralism in the social appraisal of technology. *Sci. Technol. Hum. Values* 33, 262–294.
- Tötzer, T., Sedlacek, S., Knoflacher, M., 2011. Designing the future—A reflection of a transdisciplinary case study in Austria. *Futures* 43, 840–852.
- Tress, B., Tress, G., Fry, G., 2005. *Defining concepts and the process of knowledge production in integrative research*. Heidelberg: Springer.

- Vilsmaier, U., Engbers, M., Luthardt, P., Maas-Deipenbrock, R.M., Wunderlich, S., Scholz, R.W., 2015. Case-based mutual learning sessions: knowledge integration and transfer in transdisciplinary processes. *Sustain. Sci.* 10, 563–580.
- Walter, A.I., Helgenberger, S., Wiek, A., Scholz, R.W., 2007. Measuring societal effects of transdisciplinary research projects: design and application of an evaluation method. *Eval. Program Plann.* 30, 325–338.
- Weingart, P., 1997. From “Finalization” to “Mode 2”: Old wine in new bottles? *Soc. Sci. Inf.* 36, 591–613.
- White, S.C., 1996. Depoliticising development: the uses and abuses of participation. *Dev. Pract.* 6, 6–15.
- Whyte, W.F.E., 1991. Participatory action research. Newbury Park: Sage Publications, Inc.
- Wiek, A., Talwar, S., O’Shea, M., Robinson, J., 2014. Toward a methodological scheme for capturing societal effects of participatory sustainability research. *Res. Eval.* 23, 117–132.
- Wiesmann, U., Hurni, H., Ott, C., Zingerli, C., 2011. Combining the concepts of transdisciplinarity and partnership in research for sustainable development. *Perspect. Swiss Natl. Cent. Competence Res. NCCR North-South* 6, 43–70.
- Williams, G., 2004. Evaluating participatory development: tyranny, power and (re)politicisation. *Third World Q.* 25, 557–578.
- Wilson, S., 2012. Science is key to our sustainable future. *Al Jazeera*. <https://www.aljazeera.com/indepth/opinion/2012/06/20126211211472368.html> (accessed 08.05.2018).
- Witjes, N., Novy, A., Schlögl, M., Obrecht, A.J., 2012. Wissensallianzen für Entwicklung, Strukturen, Akteure & Netzwerke der österreichischen Entwicklungsforschung. ed, Edition 18. OEFSE, Wien.
- Wolf, B., Lindenthal, T., Szerencsits, M., Holbrook, J.B., Hess, J., 2013. Evaluating Research beyond Scientific Impact: How to Include Criteria for Productive Interactions and Impact on Practice and Society. *GAIA-Ecol. Perspect. Sci. Soc.* 22, 104–114.
- Wuelser, G., Pohl, C., 2016. How researchers frame scientific contributions to sustainable development: a typology based on grounded theory. *Sustain. Sci.* 11, 789–800.
- Wynne, B., 2007. Public participation in science and technology: performing and obscuring a political–conceptual category mistake. *East Asian Sci. Technol. Soc.* 1, 99–110.
- Zscheischler, J., Rogga, S., 2015. Transdisciplinarity in land use science – A review of concepts, empirical findings and current practices. *Futures, “Advances in transdisciplinarity 2004-2014”* 65, 28–44.

Soziologische Spuren im Design Thinking und die Möglichkeit einer soziologischen Fremdbeschreibung der Soziologie

Tim Seitz

Einleitung

Mit Design Thinking wird gemeinhin ein Verfahren oder Problemlösungskonzept assoziiert, das universell anwendbar, durch die Entwicklung nutznaher Produkte und Dienstleistungen, echte menschliche Bedürfnisse stillen soll (einführend: Brown 2009; kritisch: Kimbell 2011, 2012). Daran ist ein geradezu transformatorischer Anspruch geknüpft, der Design Thinking als Antwort auf drängende Fragen der Gegenwart präsentiert. In diesem Aufsatz interessiere ich mich für die soziologischen Anteile des Design Thinking. In dem Konzept finden sich deutliche Verweise auf soziologische Erkenntnismodi, und für mich steht hier die Frage im Mittelpunkt, wie sich derartige, „sozialwissenschaftlich imprägnierte“ (vgl. Bogusz 2018: 438) Phänomene untersuchen lassen und welche Konsequenzen für die Soziologie selbst daraus zu ziehen sind. Ich beziehe mich in den folgenden Überlegungen auf eine ethnographische Studie (Seitz 2017), die ich im Sommer 2015 in einer Design-Thinking-Agentur durchgeführt habe und deren mögliche Konsequenzen für die Soziologie ich hier skizzieren möchte. Wenn ich im Folgenden von *der Soziologie* spreche, lasse ich diesen Begriff bewusst unscharf. Mir schwebt vor, ihn hier nicht durch eine Definition zu fixieren und damit ‚boundary-work‘ (Gieryn 1983) zu betreiben, sondern ihn als operationalen Begriff offen zu halten und seine Unschärfe an die potentielle Leserin weiterzugeben, welche für sich überprüfen soll, ob die folgenden Überlegungen vor ihrem eigenen Verständnis von Soziologie sinnvoll erscheinen, und ob sie vielleicht sogar einleuchtend bleiben, wenn man diesen Begriff durch ‚Sozialwissenschaften‘, ‚Anthropologie‘ etc. ersetzt.

Nach einer kurzen Erläuterung des Design Thinking und dem Aufzeigen seiner soziologischen Anteile (1.) werde ich Überlegungen dazu anschließen, wie die Soziologie forschungsstrategisch mit Phänomenen umgehen soll, die ihr ähnlich sind oder selbst als Sozialforschung angesehen werden müssen (2.). Anschließend werde ich an einem kurzen empirischen Beispiel erproben, ob und wie solche Phänomene einer soziologischen Fremdbeschreibung zugänglich gemacht werden können (3.), um dann dafür zu plädieren, mit exakt demselben Blick eine

neue Form soziologischer Reflexivität zu versuchen, die ich etwas umständlich als soziologische Fremdbeschreibung der Soziologie bezeichne (4.).

1. Design Thinking und die Soziologie darin

In seinen Selbstbeschreibungen wird Design Thinking als universell anwendbares Problemlösungskonzept beschrieben, das den „Nutzer voll und ganz [in den] Mittelpunkt des empathischen Herangehens und Entwickelns“ (HPI School of Design Thinking 2015b) stellt, anstatt primär von den technologischen Möglichkeiten oder von betriebswirtschaftlichem Kalkül auszugehen. So beginne der Design-Thinking-Prozess stets mit der sozialwissenschaftlichen Beforschung potentieller Nutzer*innen, um ihre Erfahrungswelt verstehen und ihre Probleme sowie Bedürfnisse identifizieren zu können. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen und durch das spätere regelmäßige Testen von Prototypen soll gewährleistet werden, dass die entwickelten Produkte und Dienstleistungen an den Wünschen und Bedürfnissen der Nutzer*innen ausgerichtet sind und so „fundamental human needs“ (Brown 2009: 19) befriedigen. Der Design-Thinking-Prozess wird gemeinhin in sechs unterschiedliche Phasen untergliedert, die in einer iterativen Herangehensweise mehrmals durchlaufen werden sollen, um nach und nach zur Produkt- oder Dienstleistungsidee zu gelangen. Die ersten drei Phasen des Design-Thinking-Prozesses werden mit den Begriffen Understand, Observe und Define bezeichnet und sollen dazu dienen, möglichst viele Einblicke in die Probleme und Bedürfnisse der späteren Nutzer*innen zu gewinnen. Es sind vor allem diese Phasen, welche als eine spezifische Form von Sozialforschung beschrieben werden können. In den darauf folgenden Phasen – Ideate, Prototype und Test – geht es dann darum, Ideen zu entwickeln und diese als Prototypen von potentiellen Nutzer*innen testen zu lassen.

Sozialwissenschaftlichen Methoden kommt in dieser Logik eine zentrale Rolle zu, ohne die das Versprechen nutzernaher Innovation nicht einzulösen ist. Entsprechend deutlich sind die jeweiligen Verweise. So wird beispielsweise von „observational tools refined in academic social science“ (Brown 2009: 45) oder „innovative ethnographic techniques“ (ebd.: 46) gesprochen, die jetzt im Design Thinking Verwendung fänden. Bei diesen Verweisen wird implizit das Bild eines linearen Innovationsprozesses aktiviert, in dem Verfahren, die in den Sozialwissenschaften entwickelt und „refined“ (ebd.: 45) wurden, nun außerhalb der Wissenschaft zur Anwendung kommen (vgl. Reinhart 2016: 161-162). Neben solchen expliziten Verweisen auf ins Design Thinking importierte Methoden der Sozialforschung wird in den Selbstbeschreibungen auch die Tätigkeit Design Thinking als solche mit Deutungen beschrieben, die in den Sozialwissenschaften ebenfalls vorkommen. So wird beispielsweise davon gesprochen, dass Design Thinking „mit sozialwissenschaftlicher Brille auf die NutzerInnen“ (HPI School of Design Thinking 2015a) schaut, was die zentrale Metapher (sozial-)wissenschaftlichen Arbeitens als das Blicken durch Brillen aktiviert. Charakterisierungen des Design Thinking als „standing in the shoes [...] of others“ (Brown 2009: 48) erinnern an

Positionen, die Sozialforschung als Perspektivenübernahme konzipieren und beispielsweise von Bronislaw Malinowski als Aufruf zur Übernahme des „native's point of view“ (Malinowski 2005: 19) vertreten wurden (vgl. Geertz 1983: 290). Die Beschreibung von Design-Thinking-spezifischen Erkenntnismodi als „watching what people don't do, listening to what they don't say“ (Brown 2009: 43) erinnert zudem an die in der qualitativen Sozialforschung verfolgte Rekonstruktion latenter Sinnstrukturen. An diesen Beispielen wird deutlich, dass es zwischen Design Thinking und den Sozialwissenschaften einen Zusammenhang zu geben scheint. Ich sehe darin vor allem Martin Reinharts These gestützt, nach welcher „die grundlegende Innovationsleistung der Sozialwissenschaften darin besteht, Deutungsangebote bereitzustellen, die für gesellschaftliche Selbstbeschreibungen genutzt werden können“ (Reinhart 2016: 163). So lassen sich die oben aufgeführten Verweise auf die Sozialforschung als Übernahme von Deutungen aus den Sozialwissenschaften verstehen, die Design Thinking und die Suche nach nutzernahe Innovation intelligibel machen. Als inkludierte Beschreibungen sind diese Selbstbeschreibungen Teil des Gegenstandes Design Thinking (vgl. Kieserling 2004: 47), und verfolgt man diese These konsequent zu Ende, wäre Design Thinking nicht vorstellbar, wenn es keine Sozialwissenschaft gäbe, die entsprechende Deutungsangebote vorbereitet hätte.

2. Überlegungen zur soziologischen Fremdbeschreibung soziologisch imprägnierter Phänomene

Nun zeigt sich am Beispiel Design Thinking jedoch eine Besonderheit, die in Reinharts These noch keine Berücksichtigung findet und die eine soziologische Betrachtung dieses Konzepts vor Herausforderungen stellt. Denn die aus den Sozialwissenschaften ins Design Thinking übernommenen Deutungsangebote entspringen nicht den Forschungsergebnissen einer Soziologie, die Fremdbeschreibungen der Gesellschaft anfertigt und Theorien hervorbringt, welche „die Beschreibung ihres Gegenstandes und damit den diese Beschreibung aufnehmenden Gegenstand“ (Luhmann 1997: 15) selbst verändern können. Vielmehr sind es Selbstbeschreibungen, die als Reflexionstheorien die Soziologie selbst beschreiben und sich nun im Design Thinking als Selbstbeschreibungen des Design Thinking wiederfinden. Design Thinking zieht somit nicht Erkenntnisse aus den Sozialwissenschaften heran, um darauf aufbauend nutznahe Produkte und Dienstleistungen zu entwickeln, sondern es begreift sich selbst als eine Form von Sozialforschung, die diese Erkenntnisse und ein Wissen über die Nutzer*innen eigens entwickelt. Design Thinking ist also selbst als Sozialforschung zu verstehen, die neben der Soziologie Gesellschaft beobachtet. „[S]o wie Soziologinnen und Soziologen qua Beobachtung Erfahrungen mit Gesellschaft machen, macht Gesellschaft Erfahrungen mit soziologischen Beobachtungen.“ (Bogusz 2016: 5) Dies birgt das Potential einer narzisstischen Kränkung der Soziologie und stellt sie, wenn sie Design Thinking beforschen möchte, vor Herausforderungen. Denn sie muss sich vor Beginn der Untersuchung klarmachen, dass sie über die Natur

des untersuchten Phänomens noch nichts weiß, obwohl sie darin ihre eigenen Selbstbeschreibungen erkennt. Aufgrund dieser Ähnlichkeit könnte sie dazu tendieren, ihre eigene Theorie der Sozialforschung dem Design Thinking einfach überzustülpen und damit „der Praxis das Modell zugrunde zu legen, das [sie] zu ihrer Erklärung erst konstruieren muß“ (Bourdieu 1987: 148). Damit wäre außerdem die Gefahr verbunden, methodologische Annahmen von richtiger und guter Forschung ans Design Thinking heranzutragen und dadurch deskriptive Potentiale zu verschenken. Um am Ziel einer soziologischen Fremdbeschreibung, „die einen Unterschied macht“ (Hirschauer 2001: 449), festzuhalten, müsste Design Thinking also ohne Rückgriff auf die Selbstbeschreibungen der Soziologie und unter Verzicht auf ein methodologisches Vokabular beschrieben werden.

Ich möchte diese Punkte etwas ausführlicher vor dem Hintergrund meiner eigenen Erfahrung als teilnehmender Beobachter diskutieren. Bevor ich mich ins Feld begab, hatte ich mich in die Thematik Design Thinking eingelesen und hierbei vor allem Selbstbeschreibungen und einige Forschungsarbeiten zum Thema herangezogen, die mein Bild von Design Thinking maßgeblich geprägt hatten. Ich fand das, was ich „an sozialer Realität vor [mir sah] und zu beschreiben versucht[e], [...] von anderen Beschreibungen umstellt“ (Kieserling 2004: 20) und mir stachen natürlich besonders jene Beschreibungen ins Auge, die ich als Selbstbeschreibungen meiner eigenen Disziplin wiedererkannte. So ging ich mit der Erwartung ins Feld, dort Sozialforschung, wie ich sie kannte, vorzufinden, und durchlebte dann im Forschungsverlauf grob zwei Phasen der Erkenntnis. In der ersten Phase sah ich im Design Thinking vor allem defizitäre Forschungspraktiken, weil ich die Praxis immer nur als Abweichung von der mir bekannten Sozialforschung wahrnahm. Im Design Thinking wurde beispielsweise stets unter großem Zeitdruck gearbeitet; oder Interviews wurden handschriftlich festgehalten, statt durch Aufnahmegeräte aufgezeichnet, worin ich zunächst die Güte, der dort generierten Erkenntnisse gefährdet sah (vgl. Seitz 2017: 23-30). In dieser Phase hatte ich noch nicht reflektiert, dass die soziologischen Spuren in den Selbstbeschreibungen des Design Thinking meinen Blick auf das Phänomen entscheidend formiert hatten und ich deshalb dachte, besser über die Praxis Bescheid zu wissen als die Praktiker*innen selbst (vgl. Seitz 46-50). Dieser Eindruck wurde vor allem auch in Kolloquien oder Interpretationssitzungen mit anderen Soziolog*innen genährt, in denen atmosphärisch dann häufig eine Mischung aus Verwunderung und Spott dominierte. Erst als mir das klar wurde, sah ich den Bedarf, Design Thinking mit einem Vokabular zu beschreiben, das erstens als soziologische Fremdbeschreibung funktionieren kann, weil es andere Unterscheidungen verwendet als jene, an denen „schon die Primärbeschreibungen sich orientiert hatte[n]“ (Kieserling 2004: 20) und das zweitens sicherstellt, kein soziologisch-methodologischer Diskurs zu sein, mit dem man normative Erwartungen von richtiger und guter Forschung mit ins Feld schleppt. In den Laborstudien und den daran anschließenden Science and Technology Studies mit ihrem ethnographischen Zugriff auf Praktiken der Wissensgenerierung wurde ich fündig, weil es sich dabei um Fremdbeschreibungen von Forschungspraktiken par excellence

handelt, die bisher aber eher selten auf sozialwissenschaftliche Forschungspraktiken angewendet worden waren.

Der Ansatz der Laborstudien eignet sich als Lösung für mein oben skizziertes Problem deshalb so gut, weil er sich durch eine durchaus provokante Fokussierung auf die materiell stattfindenden und unmittelbar beobachtbaren Prozesse der Wissensgenerierung auszeichnet und somit nicht Gefahr läuft, sich in Selbstbeschreibungen zu verheddern. Er fokussiert auf das in der Praxis unmittelbar beobachtbare Geschehen und macht sich eine Art methodologischer Amnestie zunutze, die alles Wissen darüber, wie Sozialforschung eigentlich ist und sein soll, abstreift. „[U]nlike many kinds of sociology [...] the anthropologist does not know the nature of the society under study“ (Latour und Woolgar 1986: 279) und auf diese Weise ist auch die Gefahr abgemildert, Design Thinking implizit als universitäre Sozialforschung zu behandeln und zu beurteilen. Latour bringt seine Fokussierung in der folgenden, oft zitierten Passage auf den Punkt:

[Ich war] während einer Studie über ein biologisches Laboratorium beeindruckt von der Art, wie viele Aspekte der Laborpraxis geordnet werden konnten, indem man sich weder die Gehirne der Wissenschaftler (zu denen mir der Zutritt verweigert wurde!) noch die kognitiven Strukturen (nichts Besonderes) oder die Paradigmen (seit 30 Jahren dieselben) ansah, sondern die Transformation von Ratten und Chemikalien in Papier. (Latour 2006a: 262)

Durch diese auf den ersten Blick unerhörte Reduzierung der Laborpraxis, auf eine Transformation von Ratten und Chemikalien in Papier, eröffnen sich völlig neue Möglichkeiten der Untersuchung von Wissenschaft, weil sie als prozessuale Praxis sichtbar gemacht wird, deren Ergebnisse dann im Entstehungsprozess rekonstruiert werden können. „Dieser mysteriöse Denkprozess, welcher wie ein unzugänglicher Geist über soziale Untersuchungen der Wissenschaft zu schweben schien, hat endlich Substanz und kann gründlich untersucht werden.“ (Latour 2006b: 125)

3. Eine soziologische Fremdbeschreibung des Design Thinking

Auf meinen Fall gemünzt bedeutet das: Anstatt mir den Kopf über das Verhältnis von Design Thinking und Sozialwissenschaften zu zerbrechen, müssen *Design Thinking in Action* und die Transformation von Menschen (und ihren Bedürfnissen) in Produkte untersucht werden. Im nun folgenden empirischen Fallbeispiel verfolge ich nicht den gesamten Weg von den Menschen zum Produkt, sondern lediglich die Transformations- oder Übersetzungsprozesse, die im Design Thinking zwischen Menschen und einer sogenannten Persona liegen. Bei Personas handelt es sich um „archetypical representations of a group of customers or users“ (Flynn 2009: 46), die stellvertretend für die Wünsche und Bedürfnisse von Nutzer*innen stehen sollen um sie bei der Entwicklung nicht aus den Augen zu verlieren. Etwa die erste Hälfte des Design-Thinking-Prozesses besteht darin, eine oder mehrere Personas zu kreieren, die dann in darauf folgenden Brainstormingsessions als prototypische Nutzer*innen fungieren, deren Bedürfnisse und

Wünsche adressiert werden sollen. Demnach werden Personas stets mit einem Namen versehen und möglichst *lebensecht* gestaltet. Bei der Arbeit mit Personas, soll ein „vast amount of [...] data [in] consumable and imaginable representations of costumers“ (Flynn 2009: 46) übersetzt werden, um dann für verschiedene Personengruppen und den weiteren Entwicklungsprozess handhabbar zu sein: „In their best incarnations, they [the personas, T.S.] successfully condense this data into a definable set of customer behaviors and scenarios that can be easily digested by a number of types of roles across an organization.“ (ebd.)

Die nun folgende ethnographische Vignette stammt aus einem Design-Thinking-Workshop, bei dem der gesamte Design-Thinking-Prozess an einem Tag im Rahmen eines sogenannten Sprints durchlaufen wurde. Derselbe Prozess kann sich auch über einen Zeitraum mehrerer Wochen oder Monate hinziehen. Die Vignette beginnt, nachdem die Teilnehmer*innen des Workshops mit potentiellen Nutzer*innen des zu entwickelnden Produkts Interviews geführt haben. Die Gruppe, die ich in diesem Arbeitsprozess begleitet habe, bestand aus fünf Personen, von denen eine die Rolle der Moderatorin ausübte, um die konkreten Arbeitsschritte anzuleiten. Ich selbst war auf diesem Workshop in der Rolle eines Praktikanten der Agentur anwesend, der für die Dokumentation des Workshops verantwortlich war und somit sehr frei fotografieren und beobachten konnte. Grundlage der Vignette sind demnach meine Feldnotizen und die Fotografien. Ich verzichte in der Vignette darauf, zu beschreiben, welches Produkt entwickelt werden soll und welche Bedürfnisse und Wünsche in der Persona zusammengefasst werden. Ich gebe also nicht die Inhalte des Forschungsprozesses wieder, sondern beschreibe die Übersetzungsprozesse gleichermaßen nackt. Der Grund hierfür besteht in erster Linie aus meiner Zusicherung gegenüber den Informant*innen, keine *corporate secrets* nach außen zu tragen. Darüber hinaus macht der Verzicht auf eine Wiedergabe der Inhalte aber auch deutlich, wieviel sich in diesen epistemischen Praktiken beobachten lässt, wenn man auf ihre Materialität fokussiert.

Die Teilnehmer*innen kommen von ihren Interviews zurück und bringen von dort handschriftliche Notizen mit, die sie während der Interviews angefertigt haben. Auf DIN A4-Blättern, die auf Klemmbrettern angebracht waren, haben sie während der Interviews Äußerungen ihrer Informant*innen festgehalten, die ihnen wichtig erschienen. Die Moderatorin fordert die Teilnehmer*innen nun dazu auf, zentrale ‚Insights‘ aus ihren Interviews auf Klebezettel zu übertragen. Für jedes ‚Insight‘ soll ein eigener Klebezettel verwendet werden und für jede interviewte Person sollen es Klebezettel in einer je eigenen Farbe sein. Die Teilnehmer*innen beginnen daraufhin, ihre Mitschriften aus den Interviews zu durchforsten und auf die Klebezettel zu übertragen. Aus DIN A4-Blättern, auf denen während der Interviews hektisch, ungeordnet und teils nur für die Schreibenden lesbar Notizen gemacht wurden, entstehen so nach und nach Klebezettel, auf denen zentrale ‚Insights‘ notiert sind.

Während die Teilnehmer*innen ihre Notizen ordnen und auf Klebezettel übertragen, beginnt die Moderatorin damit, ans Whiteboard eine Struktur aus vier Feldern zu zeichnen, in deren Mitte schemenhaft eine Person skizziert ist. Mit einfachen Strichen deutet sie einen Kopf, Ohren und eine

Nase an, vervollständigt das Portrait jedoch nicht. Die vier Felder beschriftet sich nun mit den Worten „Think“, „Feel“, „Say & Do“ und „Hear & See“.

Am so vorbereiteten Whiteboard kommen nun alle Teilnehmer*innen wieder zusammen und beginnen damit, ihre Klebezettel am Whiteboard in jeweils einem der Felder anzubringen. Dies geschieht reihum. Jeweils eine Person tritt ans Whiteboard, liest ihre Klebezettel nacheinander laut vor und bringt sie an. Meist scheint recht klar zu sein, wohin die Klebezettel gehören. Häufig werden sie ohne Zögern angeklebt, manchmal findet eine kurze Abstimmung mit den anderen Gruppenmitgliedern statt.

Auf diese Weise werden nach und nach sämtliche Klebezettel aufgehängt, bis am Ende ein buntes Durcheinander das Whiteboard schmückt. Anhand der Farben lässt sich zwar noch erkennen, welche Zettel aus welchen Interviews stammen und auf dieselbe Person verweisen, diese Zuordnung hat nun jedoch an Relevanz verloren und wird durch die vier Felder ersetzt.

Die Moderatorin ergänzt nun das bisher nur schemenhaft angedeutete Gesicht mit Augen, Haaren und Schmuck. Die Persona erwacht auf diese Weise zum Leben, bekommt einen Namen – Heike – und erscheint als Person mit spezifischen Bedürfnissen und Problemen, die sich als Anhäufungen von Klebezetteln zeigen. Sie denkt, fühlt, spricht und tut, hört und sieht bestimmte Dinge und kann von den Teilnehmer*innen verstanden werden. (Notiz 16.06.15)

Was ich in dieser Vignette beschrieben habe, lässt sich mit Latour als eine Kette von Übersetzungen (vgl. exemplarisch Latour 2002) verstehen, an deren Anfang die befragten Personen und an deren Ende die kreierte Persona steht. Entlang der Kette von Übersetzungen lassen sich jeweils konkrete Praktiken und Zwischenergebnisse beobachten, wodurch sich detaillierte Möglichkeiten der Beschreibung von Prozessen eröffnen, die in den Selbstbeschreibungen des Design Thinking unsichtbar gemacht werden. Dort würde der Prozess eher so beschrieben, dass hier Daten erhoben und ausgewertet werden, damit die Bedürfnisse der Nutzer*innen in der Persona abgebildet und im weiteren Entwicklungsprozess berücksichtigt werden können. Was aber unter ‚Erheben‘, ‚Auswerten‘ und ‚Abilden‘ verstanden werden soll, bliebe schleierhaft. Eine solche Beschreibung des stattgefundenen Prozesses lässt sich derjenigen Form von Wissenschaftsforschung zuordnen, die Latour ‚ready made science‘ nennt, weil sie vom fertigen Produkt des Forschungsprozesses – in diesem Fall die Persona mit konkreten Bedürfnissen – ausgeht, das in dieser Logik nur aufgefunden werden musste. Dem stelle ich eine Beschreibung gegenüber, die Latour als ‚science in the making‘ bezeichnet und die den Forschungsprozess als ergebnisoffenen Prozess rekonstruiert, an dessen Ende bestimmte Ergebnisse stehen, die am Beginn des Prozesses noch nicht absehbar waren. „We study science in action and not ready made science or technology; to do so, we either arrive before the facts and machines are blackboxed or we follow the controversies that reopen them.“ (Latour 1987: 258)

Beginnen wir also am Anfang der Kette der Übersetzungen und folgen dem Design-Thinking-Forschungsprozess, bis er zur Black Box wird. Eine jede Übersetzung bedeutet „die Möglichkeit, dass ein Element [...] für ein anderes [...] stehen kann“ (Law 2006: 438) und vor Beginn der oben beschriebenen Sequenz fand eine erste Übersetzung statt, die ich nicht dargestellt habe: Die Übersetzung

von Interviewpartner*innen in DIN A4-Blätter durch die Praktik des Interviewens und simultanen Aufschreibens von Äußerungen. Aus Gesprächspartner*innen werden DIN A4 Blätter mit Notizen und es zeigt sich sofort, dass es sich hierbei nicht um eine Eins-zu-Eins „buchstäblich getreue Übersetzung“ (Latour 2006b: 108) handelt, sondern dass „nur ein Element“ (ebd.) mitgenommen wird – bestimmte verbalisierte und notierte Antworten auf spezifische Fragen, während die Personen und ihre sonstigen Äußerungen zurückgelassen werden. Was somit einerseits an Details verloren geht, gewinnt man auf der anderen Seite an Mobilität und Fixiertheit. Die interviewten Personen können so wieder ihre eigenen Wege gehen und die Workshopteilnehmer*innen kehren mit DIN A4-Blättern zurück, auf denen bestimmte Aussagen fixiert sind, mit denen nun weitergearbeitet werden kann. Bei der nächsten Übersetzung – DIN A4-Blätter in Klebezettel – gehen weitere Details verloren, während ein erneuter Zugewinn an Mobilität erfolgt. In Form dieser Klebezettel, auf denen je ein ‚Insight‘ notiert ist, sind die ursprünglichen Äußerungen der Informant*innen in eine diskrete und rekombinierbare Form gebracht. Sie hängen nun nicht mehr – wie noch auf den DIN A4-Blättern – als Äußerungen einer bestimmten Person zusammen, sondern lassen sich nach Belieben neu Anordnen. Als Klebezettel sind sie gewissermaßen atomisiert, so dass sie nun als Bausteine benutzt werden können, aus denen die Persona zusammengesetzt wird¹. Zu diesem Zweck werden sie in einer weiteren Übersetzung ans Whiteboard gebracht und dort in den Kategorien „Think“, „Feel“, „Say & Do“ und „Hear & See“ angeordnet, so dass aus vielen Klebezetteln zuletzt die Persona Heike emergiert.

Wie hängen Heike und die ursprünglich befragten Personen nun zusammen? Den Selbstbeschreibungen des Design Thinking und dem Modell der ‚ready made science‘ folgend müsste man hier davon sprechen, dass in Heike zentrale Bedürfnisse der befragten Nutzer*innen in destillierter Weise enthalten sind, die im Forschungsverlauf entdeckt wurden, und dass Heike somit nichts anderes als ein Spiegel dieser Bedürfnisse ist. Die Bedürfnisse stehen in dieser Logik am Anfang statt am Ende des Forschungsprozesses, und es handelt sich um eine Erklärung, die den gesamten Forschungsprozess teleologisch von seinem Ende her denkt und die reale Praxis der Übersetzung übersieht. Heikes Bedürfnisse gelten dann als Heikes Bedürfnisse, weil es auch die Bedürfnisse der Informant*innen sind, die sich zwangsläufig, aufgrund ihrer inhärenten Eigenschaften als Bedürfnisse, durchsetzen mussten. Folgt man stattdessen dem prozessorientierten Modell von ‚science in the making‘, kommt man zu einem anderen Resultat. Jede Übersetzungsleistung – das Notieren von Aussagen während der Interviews, das Übertragen der Insights auf Klebezettel und das Ankleben dieser Klebezettel in bestimmten Feldern am Whiteboard – ist eine konkrete Praktik und hinsichtlich

1. Hier muss natürlich eingewendet werden, dass beim Sprechen von Bausteinen die Indexikalität der auf den Klebezetteln notierten Worte völlig außer Acht gelassen wird. In der Praxis des Design Thinking werden sie aber so benutzt, als ob es das Problem der Indexikalität nicht gäbe und als ob Wissen ein Gegenstand sei, in dessen Besitz Menschen sind und der sich beliebig mit anderen Gegenständen kombinieren ließe. Hier tritt also eine feldspezifische Epistemologie zutage, die ich nicht teile.

ihres Ausgangs hochgradig kontingent. Bei jeder Übersetzung werden „Akteure neu konstituiert, undefiniert oder getilgt“ (Kneer 2009: 25) und es ist im Voraus nie abzusehen, was am Ende herauskommen wird. Am Ende dieses Prozesses steht Heike, die über eine Kette von Übersetzungen mit nur ganz bestimmten Äußerungen und somit einem kleinen Ausschnitt der befragten Personen verbunden ist. Die hier stattgefundenen Prozesse der Übersetzung können als eine Kombination aus einem Realitätsdetektor und einem Realitätsverstärker (Law 2004: 14) verstanden werden, der gewisse Äußerungen auffindet und sie zu gültigen Beschreibungen der gesamten Realität aufbläht.

Heike verweist nicht auf die Wirklichkeit im Sinne der gesamten beschreibbaren Wirklichkeit dort draußen, sondern auf einen ganz spezifischen, für das Design Thinking relevanten und in Heike übersetzten Ausschnitt davon. Weil in den Selbstbeschreibungen des Design Thinking Heike nun jedoch vorgibt, ein Spiegel der Bedürfnisse der befragten Personen zu sein, macht sie selbst handfeste Aussagen über die Wirklichkeit und schafft diese damit selbst. Es ist, als würde sie ein virtuelles Bild von sich selbst nach außen projizieren, das den Anschein erweckt, als existierte es auch unabhängig von ihr (vgl. Latour und Woolgar 1986: 176). Übrig bleibt eine unsichtbar gemachte Realität – jene, die für das Design Thinking nicht relevant ist und zu der die Persona keine Referenz aufbaut. Diese Doppelbewegung – „realities made and realities unmade“ (Law 2004: 107) – ist konstitutiv für eine solche Arbeit an der Wirklichkeit, und während das produktorientierte Verständnis von ‚ready made science‘ nur zwei Bereiche – die Wirklichkeit und ihre Repräsentation – kennt, muss man im prozessorientierten Verständnis von ‚science in the making‘ drei Bereiche unterscheiden: erstens Heike, die anwesend und konkret beobachtbar ist. Zweitens alles Abwesende, das in seiner Abwesenheit dennoch manifest ist, weil Heike darauf verweist, und drittens alles Abwesende, wozu Heike keine Referenz aufbaut und was so unsichtbar gemacht wird (vgl. Law 2004: 84). Heike lügt nicht, sagt aber auch nicht die ganze Wahrheit. Vielmehr wird mit ihr eine eigene Welt erzeugt und man müsste an diesem Punkt davon sprechen, dass im Design Thinking nicht nutznahe Produkte und Dienstleistungen, sondern die Vorstellung produkt- und dienstleistungsnaher Nutzer*innen erzeugt werden, als deren Spiegel sich Heike nun ausgibt. In dieser Welt leben Menschen, deren Probleme und Bedürfnisse so beschaffen sind, dass sie sich tatsächlich durch Produkte und Dienstleistungen lösen lassen und beispielsweise nicht struktureller Natur sind (vgl. Seitz 2017: 70-77).

Heikes Ursprungsgeschichte und alle Arbeit, die zu ihrer Herstellung notwendig war, wird dann unsichtbar gemacht (vgl. ebd.: 77-79) und in einer ‚Black Box‘ zusammengefasst, indem sie auf einer eigenen Vorlage fixiert wird, wodurch sämtliche Klebezettel und Mitschriebe ihren Wert verlieren und weggeworfen werden können. Hält man sich die Kette der Übersetzungen vor Augen, wird deutlich, dass konkrete Arbeit an der Wirklichkeit nötig war, um Heike zu kreieren. Löscht man die Kette der Übersetzungen hingegen und macht dadurch Heikes Genese unsichtbar, kommt man zu einer Situation, in der sich Heike als

Repräsentantin vieler Personen aus gibt. „When many elements are made to act as one, this is what I will now call a black box.“ (Latour 1987: 131) In Heike sind einige Äußerungen der eingangs befragten Personen derart stabilisiert, dass sie sich im weiteren Design-Thinking-Prozess als ‚immutable mobile‘ bewegen und zu ihren Bedürfnissen befragt werden kann. Fortan wird nicht mehr für irgendwelche Menschen dort draußen entwickelt, sondern für ein durch Wissenspraktiken hervorgebrachtes Konstrukt.

4. Die soziologische Fremdbeschreibung der Soziologie?

Diese empirische Probebohrung zeigt, dass es gelingen kann, die im Design Thinking stattfindende Sozialforschung als Kette von Übersetzungen zu beschreiben und so als eigenständige Praxis sichtbar zu machen. Eine solche praxeologische Herangehensweise hat in meinen Augen das Potential, zum Verständnis des Phänomens nutznäher Innovation oder partizipativer Entwicklungsprozesse (auch über das Design Thinking hinaus) zentrale Erkenntnisse beizusteuern, weil sie keine idealisierten Vorstellungen von Sozialforschung reproduziert.

Die weitreichenderen Konsequenzen dieser Herangehensweise liegen aber an einer anderen Stelle. Für eine soziologische Fremdbeschreibung des Design Thinking war die etablierte Weise, über sozialwissenschaftliche Methoden zu sprechen nicht geeignet und es musste ein an der Empirie orientiertes Vokabular gesucht werden, um den beobachteten Praktiken gerecht zu werden. Dadurch war es mir möglich, Design Thinking auf eine agnostische Weise zu beschreiben, und die soziologische Fremdbeschreibung sozialwissenschaftlich imprägnierter Phänomene (vgl. Bogusz 2016: 376) konnte gelingen. Um dorthin zu gelangen musste ich anfangs betonen, dass die im Design Thinking stattfindende Sozialforschung etwas Eigenes ist, um nicht Gefahr zu laufen, das Vokabular soziologischer Reflexionstheorien darauf zu projizieren. Dieser Blick auf eine Soziologie außerhalb der Soziologie wirft nun jedoch auch die Frage auf, was eine solche Betrachtungsweise für die Soziologie selbst bedeuten würde. Ich sehe hier das Potential einer neuen, nämlich empirischen Form soziologischer Reflexivität, deren Effekte ich noch nicht genau abschätzen kann. Offensichtlich kann dadurch nicht lediglich eine nun richtige, im Vergleich zu einer zuvor falschen, Beschreibung des Forschens erwartet werden. Dies wäre ein Rückfall in das repräsentationalistische Modell von ‚ready made science‘. Vielmehr liegen für mich die Konsequenzen im Verständnis dessen, was Sozialforschung eigentlich ist. Mein Eindruck ist, dass gegenwärtige methodologische Diskussionen häufig neueren theoretischen Entwicklungen der Wissenschaftsforschung hinterherhinken und beispielsweise in repräsentationalistischen Logiken verhaftet bleiben. Wenn man hiervon auf ein konsequent performatives Verständnis von Sozialforschung umschwenken würde, wie es beispielsweise John Law (2004) vorschlägt, dann stößt man zwangsläufig auf die „fundamental inseparability of epistemological, ontological, and ethical considerations“ (Barad 2007: 26), die das eigene Tun als Sozialforscher*in mit weiterreichenden Fragen konfrontiert, als jene, ob es sich dabei um

gute oder schlechte Forschung im epistemologischen Sinne handelt. Nimmt man dieses Argument ernst, kann man sich der Frage, an welcher Welt man durch sein Forschen mitarbeitet, nicht mehr entziehen und muss sich klarmachen, dass die Soziologie „keine privilegierte Beobachterin von Gesellschaftsbeobachtern mehr ist“ (Bogusz 2016: 5), es auch nie war und nicht länger auf ihrer epistemischen Außenposition beharren kann².

2. Ich möchte hier betonen, dass ich von der Aufgabe der *epistemischen* Außenposition spreche und keine Aussagen darüber mache, wo sich die Soziologie sozial oder institutionell verorten soll. An meine Ausführungen ist nicht die Forderung geknüpft, dass sich die Soziologie nun in Anwendungsfelder stürzen soll oder nur dort gesellschaftliche Relevanz beanspruchen könne. Es ist paradox, aber mir scheint, dass die Soziologie dort, wo sie ihre soziale Außenposition aufgibt, umso mehr auf ihrer epistemischen beharrt.

Literaturverzeichnis

Barad, Karen M. (2007): *Meeting the Universe Halfway: Quantum Physics and the Entanglement of Matter and Meaning*. Durham, N.C.: Duke University Press.

Bogusz, Tanja (2018): *Experimentalismus und Soziologie. Von der Krisen- zur Erfahrungswissenschaft*. Frankfurt am Main & New York: Campus.

Bourdieu, Pierre (1987): *Sozialer Sinn. Kritik der theoretischen Vernunft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Brown, Tim (2009): *Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation*. New York: HarperBusiness.

Flynn, Donna K. (2009): "My Customers are Different!" Identity, Difference, and the Political Economy of Design. In: Melissa Cefkin (Hg.): *Ethnography and the corporate encounter. Reflections on research in and of corporations*. New York, Milton Keynes UK: Berghahn Books; Lightning Source UK.

Geertz, Clifford (1983): *Dichte Beschreibung. Beiträge zum Verstehen kultureller Systeme*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Gieryn, Thomas F. (1983): Boundary-Work and the Demarcation of Science from Non-Science. Strains and Interests in Professional Ideologies of Scientists. In: *American Sociological Review* 48 (6), S. 781.

Hirschauer, Stefan (2001): Ethnographisches Schreiben und die Schweigsamkeit des Sozialen. Zu einer Methodologie der Beschreibung. In: *Zeitschrift für Soziologie* 30 (6), S. 429-451.

HPI School of Design Thinking (2015a): Hintergrund. Online verfügbar unter <https://hpi.de/school-of-design-thinking/design-thinking/hintergrund.html>, zuletzt geprüft am 05.04.2017.

HPI School of Design Thinking (2015b): Mindset - Design Thinking. Online verfügbar unter <http://hpi.de/school-of-design-thinking/design-thinking/mindset.html>, zuletzt geprüft am 16.04.2015.

Kieserling, André (2004): *Selbstbeschreibung und Fremdbeschreibung. Beiträge zur Soziologie soziologischen Wissens*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Kimbell, Lucy (2011): Rethinking design thinking: Part I. In: *Design and Culture* 3 (3), S. 285-306.

Kimbell, Lucy (2012): Rethinking design thinking: Part II. In: *Design and Culture* 4 (2), S. 129-148.

Kneer, Georg (2009): Akteur-Netzwerk-Theorie. In: Georg Kneer und Markus Schroer (Hg.): *Handbuch soziologische Theorien*. Wiesbaden: VS, Verl. für Sozialwiss, S. 19-39.

Latour, Bruno (1987): *Science in action. How to follow scientists and engineers through society*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

Latour, Bruno (2002): Zirkulierende Referenz. Bodenstichproben aus dem Urwald am Amazonas. In: Bruno Latour (Hg.): *Die Hoffnung der Pandora. Untersuchungen zur Wirklichkeit der Wissenschaft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, S. 36-95.

Latour, Bruno (2006a): Drawing Things Together: Die Macht der unveränderlich mobilen Elemente. In: Andrea Belliger und David J. Krieger (Hg.): *ANThology : ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie*. Bielefeld: transcript, S. 259-307.

Latour, Bruno (2006b): Gebt mir ein Laboratorium und ich werde die Welt aus den Angeln heben. In: Andrea Belliger und David J. Krieger (Hg.): *ANThology : ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie*. Bielefeld: transcript, S. 103-134.

Latour, Bruno; Woolgar, Steve (1986): *Laboratory life. The construction of scientific facts*. Princeton: Princeton UnivPress.

Law, John (2004): *After Method. Mess in Social Science Research*. Hoboken: Taylor and Francis.

Law, John (2006): Notizen zur Akteur-Netzwerk-Theorie. Ordnung, Strategie und Heterogenität. In: Andrea Belliger und David J. Krieger (Hg.): *ANThology : ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie*. Bielefeld: transcript, S. 427-446.

Luhmann, Niklas (1997): *Die Gesellschaft der Gesellschaft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Malinowski, Bronislaw (2005): *Argonauts of the Western Pacific. An account of native enterprise and adventure in the Archipelagoes of Melanesian New Guinea*. London: Routledge.

Reinhart, Martin (2016): Rätsel und Paranoia als Methode. Vorschläge zu einer Innovationsforschung der Sozialwissenschaften. In: Anna Froese, Dagmar Simon und Julia Böttcher (Hg.): *Sozialwissenschaften und Gesellschaft. Neue Verortungen von Wissenstransfer*. Bielefeld: transcript.

Seitz, Tim (2017): *Design Thinking und der neue Geist des Kapitalismus. Soziologische Betrachtungen einer Innovationskultur*. Bielefeld: transcript.



Laura Voss, 2016-04-25

Collage

Same, same but different: Storytelling of innovative places and practices in Nairobi

Alev Coban

“Don’t mind that once again, you are missing the story. You just made up one,
and that is what writers do. You are just doing your job.”
(Okari, 2016)

In his ironic blog post “How to Write About Tech in Kenya...and Africa”¹, Okari mocks everyone, including himself, because everyone is writing the same story with the same buzzwords over and over again when trying to describe the tech scene in Nairobi. One of those buzzwords is “Silicon Savannah”, which was introduced by international magazines. The term should describe the tech scene in Nairobi by drawing a literal connection to Silicon Valley. Thus, it describes a fast growing scene of technological entrepreneurs, start-ups and various co-working spaces to spur innovative thinking and making. The most prominent place (and thus the most visited from abroad) is the iHub, which is the first and largest Technology Hub in Sub-Saharan Africa. Since its opening in 2010, it has become a “nerve center for all things tech in Kenya” (Hersman, 2013: 62). iHub is therefore the place in Nairobi where technicians, investors, tech-companies, developers and researchers meet to co-work, discuss and network (cf. Macharia and Mutuku, 2014). And so it became a role model for ‘African’ innovation with the goal “to continuously fuel an ecosystem of innovation and technology that allows people to develop enterprises that creatively solve problems around them using technology, while shaping the way African innovation is viewed by the world” (www.ihub.co.ke).²

iHub is crucial to the story about the emergence of Nairobi’s tech scene and its story can be found everywhere – in blogs, on websites, told by the guides who lead the daily visitor groups through the working places at iHub, in newspapers and in the few academic accounts that focus on iHub (cf. Gathege and Moraa, 2013; Hersman, 2013; Marchant, 2015; several chapters in Ndemo and Weiß (eds.), 2017). It is telling us about the emergence of Nairobi’s tech scene, its im-

-
1. Written in the style of Binyavanga Wainaina’s famous essay “How to Write about Africa”.
 2. The reproduction of ‘Africa’ as a single location is only done when it is used like this by the specific actors to which I refer. Personally and academically, I separate myself from the underlying conviction that an entire continent can be generalized into a homogeneous context and environment.

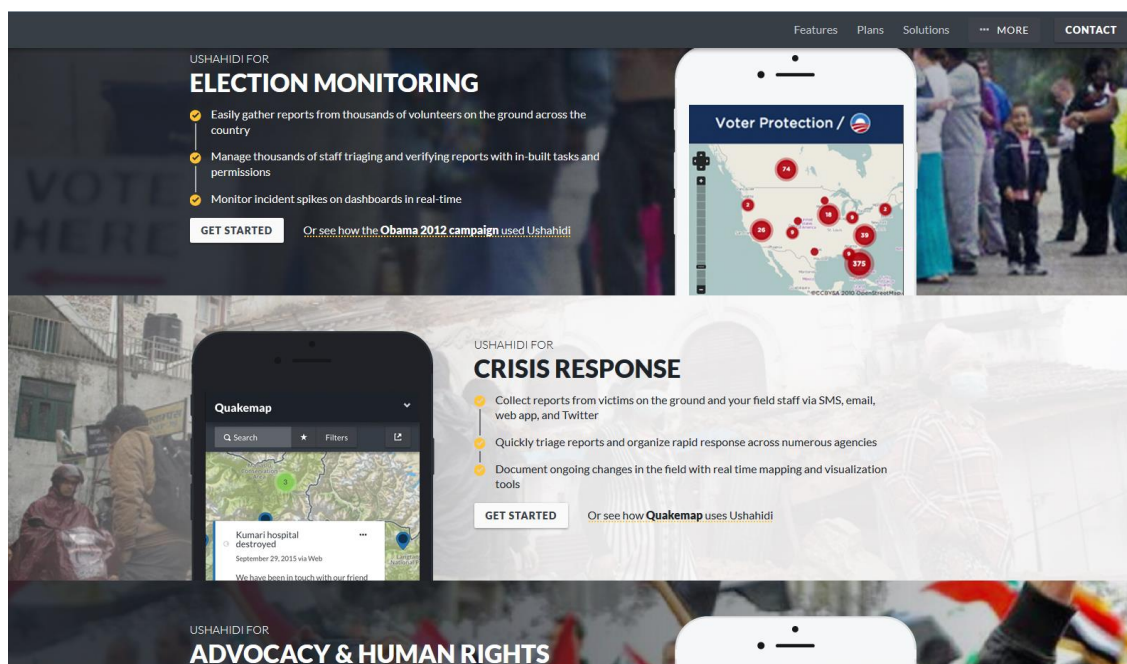
portance to the country's economy and the quick pace of Silicon Savannah's development. Although the story is told by many actors through various media outlets, it still remains the same. It took me by surprise during my research stays that I did not once encounter a different story about the emergence of Nairobi's tech scene than the ones I have read and heard about from abroad. Also, Okari's irony, introduced in the beginning, shows a certain critical awareness of this mainstreamed storytelling. Thus, the following paper claims that storytelling is a practice equally important to innovating, building, making and coding in innovative places in Nairobi. Whether the stories are produced in order to apply for funding, to gain accountability, to share knowledge following the open source codex or as mere self-presentations, the reasons for telling stories about technological innovations are diverse. But what are the characteristics of those stories about innovation, technology and the actors behind them? What do we realize when listening to stories of innovation? The stories produced around the tech scene in Nairobi follow certain characteristics of how to tell stories of science, innovation and technology, and global role models of how innovative places should be. The norms and role models of how to tell specific stories bear several consequences: stories become streamlined without context specificity and the expectations to tell the right story are high.

The following paper is based on (organizational) ethnographic research in Nairobi between 2015 and 2016 where I collaborated with several innovative working places. The methodological focus was on participant observation in two specific co-working and makerspaces in order to experience places and practices of innovating and making hardware. That means, I participated in the daily life of technological developers and makers by working at/for my research partners' spaces, attending events like panel discussions, hackathons and pitch competitions, conducting interviews and initiating round table discussions. In the following, the gathered insights are used to show how stories about places of innovation in Nairobi are oriented toward the dominant imaginaries of science, technology and innovation and how those demand how and what to innovate. In order to make this argument, the paper is divided in four parts: first, I'm going to introduce the founding story of iHub, which is told in the same way - no matter where or by whom. Secondly, specific characteristics of storytelling about science, innovation and technology are depicted and compared to iHub's founding story. Thirdly, the way in which the stories around the tech scene in Nairobi are entangled in the Silicon Valley phenomenon is shown. Finally, by drawing on ethnographic insights from the first makerspace in Kenya, I elaborate on how much work it is to write stories serving a specific imaginary of science, innovation and technology.

iHub's founding story: The surprising sameness

In the following, I ask you to delve into the founding story of iHub and pay attention to the way in which it is told as a successful story about tech in Kenya. Different sources, including authors, voices and observations, are used in order to reproduce the story of iHub, although I could also cite only a single source, as everyone is telling the same thing. The story goes as follows:

At the end of 2007, a couple of developers gathered in Nairobi in order to build a software with which everyone who had access to the Internet could map the election process in Kenya. Instead, massive violent outbreaks took place after the election, so that Ushahidi (Kiswahili for testimony) was used to follow and comment on the post-election violence in order to make the acts transparent (cf. Marchant, 2015: 8; Manske, 2014: 14; Ushahidi, 2017). The open-source software gained a lot of international recognition, so that today various civil society actors use Ushahidi (see Picture 1), e.g. 'Document Hate' during the US' election in 2016 or humanitarian volunteers during the aftermath of the earthquake in Haiti in 2012 (BBC, 2016).



Picture 1: Screenshot of Ushahidi's website on possible usages of the software.
Source: www.ushahidi.com.

For the first time, a technological innovation developed in Kenya was acknowledged and used by actors throughout the world. While Ushahidi was spreading, the mobile operator Safaricom (supported by the Vodafone Group) introduced M-Pesa in Kenya (Manske, 2014: 10). M-Pesa is a mobile banking platform, which allows people to send money to others via their mobile phone. As this system included people without access to a formal bank for the first time, M-Pesa became very successful (Marchant, 2015: 8). Until 2015, M-Pesa had 13 million active users who made transactions totaling 4.2 trillion Kenyan shillings (42% of

Kenya's GDP) which constitutes 20% of Safaricom's total revenue (Wainaina, 2015). Due to this often-recited example of a successful 'Kenyan' innovation, the international awareness was directed even more so towards the technological scene in Nairobi. Thus, development agencies and international corporations like Google, IBM and Microsoft are investing heavily in Nairobi as a place of technological knowledge production. According to Manske (2014: 14), this international awareness affects the self-image of Kenyans in a positive way: "M-Pesa's success became an identity-forming narrative", so that especially young people feel empowered to make Kenyan innovations possible. The story about tech in Kenya goes on by being reminiscent about how Nairobi's tech-minded people came together and various donors, like Omidyar Network and Hivos, finally funded Ushahidi in order to build a permanent, physical co-working space (Sanderson, 2015: 6). Those investments allowed iHub to emerge in 2010. Since then, it grew from a single Ushahidi office to a variety of different working places in the same building (de Bastion, 2013: 7). Following Erik Hersman, one of the founders of iHub and various tech companies in Nairobi, the iHub feels like "a high-tech community space one could find anywhere in the world, but with a Kenyan flavor" (2013: 62.). Within nine years, Nairobi has been labelled as 'Silicon Savannah', with the iHub as its 'nerve center' (Picture 2).



Picture 2: iHub's home until the beginning of 2017. Source: iHub.

Nowadays, iHub not only stands for physical infrastructures like internet access, stable electricity and delicious coffee, but also for a community of over 17,000 members who are committed to learning and creating new knowledge. Bitange Ndemo, the former Permanent Secretary of the Ministry of Information

and Technology, states that investment into Kenya's tech scene increases, so that "since 2008, over 82 start-ups in Nairobi have been funded" (Ndemo, 2016). Also, Ban Ki-Moon, who visited iHub in 2014, envisions that the application of innovative ideas from iHub will lead to 50 per cent more productivity than in the past (United Nations, 2014). Furthermore, he compares the technologies developed at iHub to the development of steam power which revolutionized Europe, and calls for a global transformation of society by the technological ideas evolving around iHub (ibid.).

Storytelling about science, innovation and technology

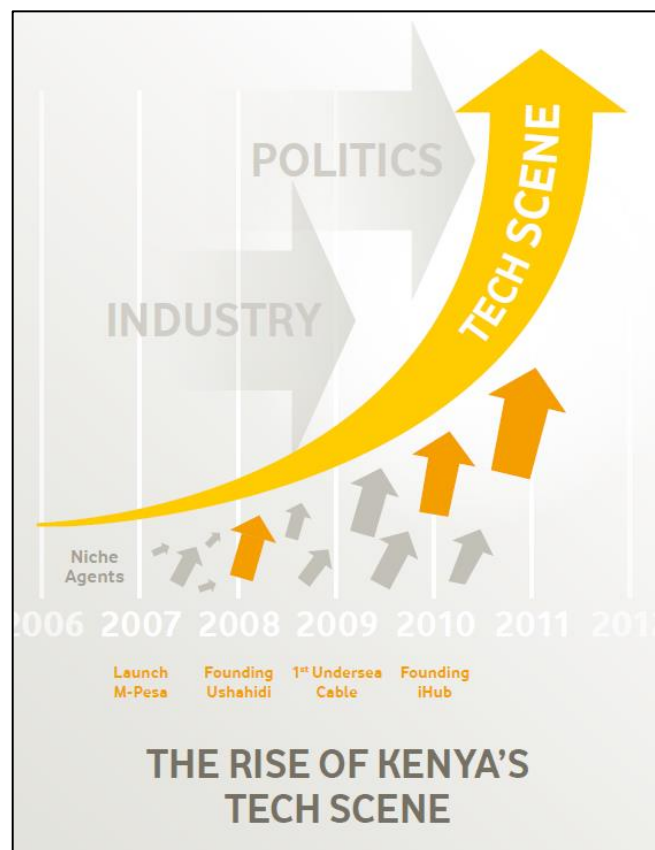
After we have dedicated all of our attention to the reverberant story of iHub, we should now question why it seems to be a solid, linear and singular story. Thus, it is inevitable to ask firstly how the founding story is told. Therefore, characteristics of storytelling following Felt and Fochler's work (2012) on science communication activities are described and then compared to iHub's founding story itself.

Following Felt and Fochler (ibid.: 2f.), "telling stories about science and technology seems to have become a *must* when it comes to claiming [one's] position in the public space". Therefore, they analyzed scientists' stories and came up with specific characteristics of storytelling about innovation, technology and science. First of all, a story about scientific work, like developing an innovative technology, needs to be brief but entertaining and needs to be convincingly relevant but heroic (ibid: 5f.): "[The story] needs a more heroic plot, in which science contributes to shaping societal futures, to realizing societal values and to solving societal problems. In the light of the contemporary discourses around science and innovation, [...] [t]his ties the stories told into broader accounts about progress and innovation, about how more knowledge will necessarily lead to better lives" (ibid: 6). Those "promissory stories" (ibid.) establish a linearity of technological development which is characterized by successful decisions without uncertainties – either told from the retrospective after an innovation successfully entered the market or told anticipatively about a technology that envisions solving societal problems in the future. Through such kinds of storytelling, the innovative project, but also the person(s) behind it, are all portrayed in the same heroic way: innovators are described as "the misfits among us, those who see and do things differently, who challenge the status quo and the power sources that prop it up" (Hersman, 2013: 65); they "are sketched as those who 'have made it'" (Felt and Fochler, 2012: 8). Failures in Silicon Valley, although they are celebrated with the annual conference FailCon, and other daily life issues like boring routines, are left out from stories about innovators. Thus, Schumpeter seems still right when writing almost 80 years ago that "[t]he entrepreneur is this exceptional being who, in hedging his bets on invention and market, knows how to bring an intuition, a discovery, a project, to the commercial stage" (Schumpeter cited by Akrich et al. 2002: 188). That leads to another characteristic of stories about innovation: the

entrepreneur as the main actor being a single (mostly white) person who apparently had the innovative idea on his³ own.

Characteristics of iHub's founding story

Having the characteristics of science stories in mind, how do they fit to the foundation story of iHub? The most apparent characteristic is the linearity of iHub's development. That linearity and the coherence of iHub's story can be well seen in the following diagram (Picture 3):



Picture 3: The Rise of Kenya's Tech Scene.

Source: Manske, 2014: 20.

Every historical incident, e.g. the introduction of M-Pesa to the Kenyan mobile phone customers, the founding of Ushahidi, and infrastructural novelties like the first undersea cable leading to Nairobi, seems to be in a stringent order of events that naturally lead to iHub's foundation. Neither in the diagram, nor in the retrospectively told story, setbacks, barriers or other challenges can be found. Thus, the story becomes brief and polished. And if challenges in Kenya, like violent elections or insufficient access to banks for the rural population, are mentioned, they are only told in order to show how to overcome them through science

3. This masculine possessive pronoun is not generic (cf. Czarniawska, 2004: 42).

and technology (e.g. Ushahidi and M-Pesa). With the references to the widely cited ‘increasing mobile phone and internet penetration in East Africa’ (see Mutua, 2012: 3 ff.), the story about Nairobi’s tech scene becomes relevant to Kenya’s economic ‘progress’. Furthermore, in the middle of Kenya’s challenges, the committed individuals who founded the base for Nairobi’s tech community, namely the iHub, are the heroes of the story. They managed to start a movement of innovative people and projects who are developing technology in order to solve the context-specific problems of Kenya. With such an ethical stance, the story about iHub becomes a promissory one, which mobilizes the belief in a possible economic and social development in Kenya through technological solutions to context-specific problems by following the role model of Silicon Valley to become Silicon Savannah.

“From Silicon Valley to Silicon Savannah”⁴

“If we’re going to achieve greatness in the twenty-first century, [...] we have to start with some Silicon Valley thinking”, said Eric Schmidt, the former CEO of Google, during a conference (cited by Marwick, 2013). This conviction seems like a mantra constantly repeated by the global tech scene. Mutua and Alliy (2012: 58), two tech experts from Nairobi, call it the “globalization of Silicon Valley” – the fact that “[i]n the last few years, the Valley culture has been slowly spreading across the world”. For them, it is obvious to take Silicon Valley as a role model, as it is like “a well-oiled machine that keeps on producing innovations that impact the world” (ibid.). Focusing on Silicon Valley as the origin of the most innovative technologies fits perfectly into Marwick’s (2013) analyses that the media portrays “Silicon Valley as place where the smartest, most motivated people from around the globe are changing the world for the better”. Silicon Valley seems, therefore, to be a promoter for social entrepreneurship, while also boosting “the idea that entrepreneurship is a catch-all solution, and that a startup culture is the best way to solve any problem” (ibid.). In line with those stories about Silicon Valley’s technological innovations that foster social progress, iHub also states that it is motivated to spur “a vibrant community of innovators and entrepreneurs to build “best in the world” companies tailored to solving the myriad of problems in Africa and across the developing world” (iHub 2017).

It seems that stories in general, and especially about Silicon Valley in this case, not only represent a certain status quo of people, places and things, but they also affect and materialize (Cameron, 2012: 581, 586). As such, those stories “can move, affect, and produce collectivities” and show how “modes of organizing, assembling, performing, and interpreting those experiences and expressions exceed the personal and particular” (ibid.: 574). Therefore, stories from Silicon Valley can be seen as “sediments of norms and practices” (Czarniawska, 2004: 48) of how technological innovation should be. The normative stance is mobilized

4. De Bastion, 2013: 4.

through stories, but also through programs, like Blackbox Connect. This two-week program is offered to international start-ups by the Silicon Valley-based accelerator Blackbox in order “to learn how to do it best, establish investment and distribution partnerships” according to Bishara (cited by Mulligan, 2015), the founder and CEO of Blackbox. Silicon Valley as role model and ‘best practice’ is furthermore materialized locally in Nairobi, namely in the interior design of innovative places. Remembering Hersman’s claim that the iHub is a global place with Kenyan flavor, Mutua and Alliy (2012: 17) state that the hubs in East Africa have the same function as the garages⁵ in Silicon Valley, where many start-ups started: “The idea is that innovation starts at the grassroots, so to speak; it starts with those two co-founders who have an idea and just need the basics – the right skills, some mentorship, a place to sit, the right environment and an internet connection – to get started. That’s how Google got started, and Yahoo or Facebook or any one of many of the iconic tech giants of today. The hubs also aim at creating the right environment” (ibid.: 18of.). This materialization in working environments in Nairobi is a highly visible consequence of taking Silicon Valley-based companies as role models. However, role models and stories about successful technological innovations also bear more hidden consequences, namely the creation of pressure on persons who tell stories trying to meet the exemplified imaginaries of science, innovation and technology, as well as on the entrepreneurs and ideas who are told about.

***Tell!* – The production of stories about technological development in Nairobi**

“I come from the land of M-Pesa”, stated Sambuli at the panel discussion ‘Digital Human Rights and Development Agencies’ (Stiftung für neue Verantwortung, 9th of September 2015), referring to the international awareness which reduces Kenya’s tech scene to the most famous story about M-Pesa. Following her, this success story and the parallel development of iHub caused every other Technology Hub in Sub-Saharan Africa to closely observe how iHub develops in order to learn from its model. Thus, iHub became a local role model for a place which supports innovative people; all eyes are set on it. The international actors who invest in Kenyan innovations are waiting for the next technological success from Kenya: when is the next ‘revolutionary’ innovation coming? (Interview with Sambuli, 23rd of November 2015) All international actors watching from afar observe the tech development through reading the stories produced by the innovators themselves or by journalists and celebrities visiting iHub for a couple of hours at a time. Suddenly, producing stories about one’s innovative work seems to be as equally important of a practice as the actual innovating, making, coding, etc. It seems that one needs to add *Tell!* to the three other imperatives predominantly

5. It is probably no coincidence that the latest co-working space in Nairobi is called ‘Nairobi Garage’.

found in innovation narratives, namely *Do! Make! Innovate!* The acknowledgement of storytelling as a daily practice in innovative places leads to the awareness that stories are not simply lying around, but are “fabricated, circulated, and contradicted” (Czarniawska, 2004: 48).

One such practice of telling is the production of newsletters which I encountered while working ethnographically at the makerspace called *Engine*⁶ in 2016. This makerspace offers paying members a working place with access to machines for electronic and mechanical engineering, SBU (Safety and Basic Use) trainings, mentoring, etc. in order to prototype a high-quality version of their idea. Engine distinguishes itself from the amateurish stance of many makerspaces around the world by looking especially for professional entrepreneurs who have an idea that can be marketed in Kenya. The broader aim of the makerspace is to develop technologies “Made in Africa, for Africa” and to support an overall “fourth industrial revolution” in Kenya (Birkelo, 2017; Gachigi, 2017). In order to report regularly to the outer world about what happens at their venue, the employees have to compose two monthly newsletters: one for their international funders and one for their paying members.

As I was entrusted with helping to write newsletter stories, I started my task with finding a member of the makerspace who agreed to be written about. I was introduced to John, who works on a locally manufactured version of the ram pump, which is able to direct water from the river to the hilly fields of farmers. We set up an interview date and met two days later. I asked the questions which were collectively compiled with the staff of the makerspace beforehand and recorded the conversation with John. After that, I sat down and listened to the record in order to write down the interesting parts of his story. I defined his background, the challenges he met as an engineer, his project idea, and the benefits he gained from working at a makerspace as interesting. I thought that would provide me with a good overview and a story which would not be too long – three fourths of a Word page was the requirement made by one of the heads of Engine. I wrote a story about John and send it to the makerspace staff. They edited the story and shortened it to one third of a Word page. After that, I sent the edited story to John himself, because we thought it would be appropriate to ask him for his permission to publish the story in the newsletter before actually doing it. That was a good decision, as he had several comments which we needed to correct. The story was edited again and then finally published in the newsletter under the heading “Getting to know Engine members”. The story was titled “John Owino – An Environmental Technologist Who Farms Hibiscus”, showing a picture of him in front of a computer screen with the digital model of his ram pump on it, saying:

“It is all about water, water, water living as a farmer.” Being a farmer himself, John (43) observed the need to gain better access to river water and its distribution to the farmers’ fields. Thus, he sought out to develop a hydraulic ram pump which runs on the kinetic energy of the river water to pump water to different farms and homesteads in his area. In the spirit of

6. The following names of institutions and persons have been altered in order to ensure anonymity.

solving local community problems, John wants to build a locally manufactured version of the ram pump which is adapted to the specific needs of the local environment like the filtering of contaminated water and dropping water levels due to the seasonality of the rivers. [...] Before being a member at [Engine], he explains, he only had access to welding machines, which produced inaccurate work, and to material like PVC, which cracks easily due to the pressure inside of a ram pump. [...]” (Newsletter of Engine, 2nd July 2016).

After that first story, the next newsletter was soon due and we sought to find another member to write about. That was more difficult than expected. As the makerspace was in its beginning phases at that time, paying members were scarce and the existing members did not want to talk to us. I was wondering why until I became the explanation for that phenomenon: the majority of members working at the makerspace are secretive because the application of intellectual property rights in Kenya’s tech scene is low due to various reasons. Thus, most of the members do not even interact with staff or other users of the space in order to hide their ideas and prototypes, fearing a loss of their intellectual property. This fact seemed to collide with everything I thought and read about open co-working spaces, where knowledge is created through the exchange with others. Leaving my astonishment aside, I looked for other stories to write about and found (obviously) the other users of the makerspace. Those were mostly interns and, as such, still students enrolled at universities. Nevertheless, they did not seem to be the right material for newsletter stories, as one of the heads of the makerspace told me: the younger people strive to build high-tech Printed Circuit Board (PCB) solutions and not innovations which are marketable to the majority of Kenya, which he called the “bottom of the pyramid market”. In his opinion, that behavior is a problem because the students are not ready to think and prototype in business terms. Adding this strong opinion to the other constraints of finding the right story to tell, I felt a bit frustrated because I had no clue what to write about. My colleague seemed to feel the same: “My brain is drained”. The newsletter should be published the next day and we were still looking for the “big stories that have to be told to the funders”.

These ethnographic insights gained at Nairobi’s first makerspace show how stories about science, technology and innovation are produced in daily life. The imperative of telling what you are innovatively creating influences the daily life of people in Nairobi’s tech scene, namely for those who (have to) tell the stories. It seems that some contextual circumstances make the writing process complicated when trying to keep up the global imaginary of innovative spaces that facilitate successful innovations with a social impact. This tedious work of telling is neither tackled in any account on innovation, nor is daily life in general a favored plot in stories about science and technology. Felt and Fochler (2012: 8) also gain the impression that “scientific work is portrayed as continuously exciting”, although “experimental practice is also full of routine work and setbacks and is connected to being notoriously behind schedule, [...] [with] moments of frustration [...] [being] more common than the rare occasions of thrill and delight when

things do work out”. That fits perfectly to the depiction of a story as being entertaining and brief – daily life is usually not exciting and it is briefer to tell a story in a linear and coherent way without tackling failures or reiterations. Failure is “only talked about in the context of reporting about fraud cases, where the scientists involved are staged as culprits [...] violating the scientific ethos” (ibid.). In John’s story, his challenges with machines which did not work well enough for him were only told in order to show that they got solved by the makerspace. This storyline emphasizes the success of the makerspace model, namely to empower people to build their ideas through access to high-quality machines. John’s idea of a locally manufactured ram pump constitutes a personal success story: the reader can anticipate how the pump will revolutionize the farmer’s water problems in hilly areas. The social impact of John’s technological solution becomes crystal clear. Nevertheless, what one is not able to see by reading John’s story is the fear of losing intellectual property or the pressure to develop technology for the poor. Thus, the norms of how to tell stories about people and their brilliant innovative projects lead to the extinction of daily life, of conflicts and failures and thus contextual specificities. Through looking at the production of newsletters, we have seen how stories become streamlined or better “petrified”, as well as the immense “stabilizing work” behind this process (Czarniawska, 2004: 43).

Conclusion

In this paper, I showed why “stories matter” (Cameron, 2012: 586). Stories matter because, by following certain storytelling characteristics, they empower dominant imaginaries of science, innovation and technology, which are deeply connected to beliefs in societal progress through technologies. Stories matter because by telling them in order to get funding, to be accountable or to showcase oneself in the global tech community, storytelling is an equally important daily life practice as innovating itself. And stories matter because, by working for an innovative space in Nairobi, one is engulfed in producing stories that show, contrary to wide-spread assumptions (cf. Mulligan, 2015; Edgerton, 2007), that places situated ‘outside’ of Silicon Valley also have success stories to tell and role models to exhibit. The expectations are high: the stories should be quick to read, easy to understand and starring a hero who innovated a technology that has social impact by solving a context-specific problem of the poor. And the work is hard: telling a streamlined story of a makerspace as a space which facilitates successful innovations without any difference to the stories about its role models based in Silicon Valley, means eradicating (boring) daily life routines and contextual circumstances. Consequentially, the existing storytelling norms create expectations of how a story has to be, but also expectations of how the next innovation has to be. That means that the story about technological innovation in Silicon Savannah framed by M-Pesa’s success creates a certain imaginary of successful innovators

and their projects, which leads to put pressure on how makers, innovators, coders and storytellers in Nairobi should be and act.⁷

Therefore, my conclusive and methodological claim following Akrich et al. (2002: 190) is that, in order to open singularized and coherent stories about science, technology and innovation, the academic world “[...] must not believe for a moment those edifying stories which retrospectively invoke the absence of demand, technical difficulties or inhibitory costs”. Without looking at the production of the stories told about Nairobi’s tech scene, e.g. through newsletters, we would neither grasp the hard work behind it, nor some of the local specificities of innovative working spaces in Nairobi, e.g. the closeness of members due to scant enforcement of intellectual property rights or the need to build things with a social impact in order to serve the market with the majority of Kenyans living in the country-side. We cannot do research about/in the growing tech scene in Nairobi and other places and practices entangled in the Silicon Valley phenomenon just by reading newsletters and online reports, or by joining a daily visitor group through the innovative working places. On the contrary, we need to do participative ethnographic research in order to experience the constant negotiations between the dominant imaginaries of science, technology and innovation and the local daily life practices and how those shape the production and practices of innovative places. Thus, the research of daily life practices, including also “boring things” (Star, 2002: 108), allows us to see different stories as “there are other things next to M-Pesa, there are other tech companies that are not doing flashy stuff but have impact. It may not be as overt, it may not be as flashy. But it’s there.” (Interview with Sambuli, 23rd of November 2015) And even Marc Zuckerberg⁸, the hero of a global innovation from Silicon Valley himself, approves this claim by saying that: “The real story of Facebook is just that we’ve worked so hard for all this time. The real story is actually probably pretty boring, right? We just sat at our computers for six years and coded.” (Interviewed by O’Dell, 2010).

7. The negotiations of tech developers and start-ups between liberating feelings about new work possibilities and restrictive requirements of international funders and investors who still pursue exoticized imaginations of a generalized ‘Africa’, are elaborated in Coban, 2018.

8. Also Mark Zuckerberg visited iHub in order to learn from mobile money start-ups in August 2016. Source: www.qz.com/771809/mark-zuckerberg-has-made-a-surprise-visit-to-nairobi-to-learn-about-mobile-money.

Literature

Akrich, Madeleine, Michel Callon and Bruno Latour (2002) The Key to Success in Innovation Part I: The Art of Interestement. In: *International Journal of Innovation Management* 6 (2): 187–206.

BBC (2016) Kenyan app Ushahidi monitoring US elections. Source: www.bbc.com/news/world-africa-37910068 (20.01.2017).

Birkelo, Paul (2017) Building Makerspaces for the 4th Industrial Revolution. Source: <https://medium.com/@cpbirkelo/building-makerspaces-for-the-4th-industrial-revolution-be51e5d76e22> (05.07.2017).

Cameron, Emilie (2012) New geographies of story and storytelling. In: *Progress of Human Geography* 36(5): 573-592.

Coban, Alev (2018) Making Hardware in Nairobi: Between Revolutionary Practices and Restricting Imaginations. In: *Journal of Peer Production* 12.

Czarniawska, Barbara (2004) *Narratives in Social Science Research*. SAGE Publications: London.

De Bastion, Geraldine (2013) *Technology Hubs - Creating space for change: Africa's technology innovation hubs*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ): Bonn.

Edgerton, David (2007) Creole technologies and global histories: rethinking how things travel in space and time. In: *HoST* 1: 75-112.

Felt, Ulrike and Maximilian Fochler (2012) What science stories do: Rethinking the multiple consequences of intensified science communication. (Re-Print) Department of Social Studies of Science: University of Vienna.

Gachigi, Kamau (2017) Changing gears for the fourth industrial revolution. Source: www.makingitmagazine.net/?p=10250 (05.07.2017).

Gathege, Duncan and Hilda Moraa (2013) ICT Hubs model: Understanding the Key Factors of the iHub Model, Nairobi Kenya. Source: www.research.ihub.co.ke/uploads/2013/may/1367834943__374.pdf (23.02.2017).

Hersman, Erik (2013) Mobilizing Tech Entrepreneurs in Africa – Innovations Case Narrative: iHub. In: *Innovations: Technology, Governance, Globalization* 7(4): 59-67.

iHub (2017) www.ihub.co.ke/about (20.01.2017).

Macharia, Joel and Leo Mutuku (2014) Financing Technology Businesses in Kenya. Source: www.ihub.co.ke/ihubresearch/jb_FinancingTechnologyBusinesspdf2014-2-7-09-49-09.pdf (20.01.2017).

Manske, Julia (2014) *Innovations out of Africa. The emergence, challenges and potential of the Kenyan Tech Ecosystem*. Vodafone Institute for Society and Communications.

Marchant, Eleanor (2015) Who is ICT Innovation For Challenges to Existing Theories of Innovation, a Kenyan Case Study. CGCS Occasional Paper Series on ICTs, Statebuilding, and Peacebuilding in Africa Nr. 4.

Marwick, Alice (2013) Silicon Valley Isn't a Meritocracy. And It's Dangerous to Hero-Worship Entrepreneurs. Source: www.wired.com/2013/11/silicon-valley-isnt-a-meritocracy-and-the-cult-of-the-entrepreneur-holds-people-back (20.01.2017) Excerpted and edited by: Sonal Chokshi.

Mulligan, Gabriella (2015) Startups "learn how to do it best" in Silicon Valley – Blackbox. Source: www.disrupt-africa.com/2015/02/startups-learn-best-silicon-valley-blackbox (20.01.2017).

Mutua, Will and Mbwana Alliy (2012) Innovative Africa: The new face of Africa. Afrinnovator.com: Nairobi.

Ndemo, Bitange (2016) iHub is evolving to help more start-ups grow and compete. Source: www.nation.co.ke/oped/blogs/dot9/ndemo/2274486-3154012-ojj8bkz/index.html (20.01.2017).

Ndemo, Bitange and Tim Weiss (eds.) (2017) Digital Kenya - An Entrepreneurial Revolution in the Making. Palgrave Macmillan: London.

O'Dell, Jolie (2010) Facebook CEO interviewed on IPO, lawsuit and more. Source: www.edition.cnn.com/2010/TECH/social.media/07/22/facebook.ceo.interview.abc/index.html (20.01.2017).

Okari, Abu (2016) How to Write About Tech in Kenya...and Africa. Source: www.ahntify.com/how-to-write-about-tech-in-kenya-and-africa (20.01.2017).

Sanderson, Owen M. (2015) On Hubs, BRCKs, and Boxes: The Emergence of Kenya's Innovation and Technology Ecosystem. The Fletcher School of Law and Diplomacy.

Star, Susan Leigh (2002) Infrastructure and ethnographic practice - Working on the fringes. In: Scandinavian Journal of Information Systems 14(2): 107-122.

United Nations (2014) Secretary-General Praises Kenya's iHub as Continent's 'Silicon Savannah', Future of Africa. Source: www.un.org/press/en/2014/sgsm16300.doc.htm (20.01.2017).

Ushahidi (2017) www.ushahidi.com/about (20.01.2017).

Wainaina, Eric (2015) 42% of Kenya GDP Transacted on M-pesa and 9 Takeaways From Safaricom Results. www.techweez.com/2015/05/07/ten-takeaways-safaricom-2015-results (06.01.2016).

The Relationship between Openness and Closedness in the FabLab.

A Differentiated Typology of Possible Relations between Institutional Logics

Jana K. Deisner & Chris Grieser

1. Introduction: Openness in the FabLab

FabLabs are open workshops which, in principle, provide access to expensive high-tech machines to anyone interested in using them. They are commonly associated with the idea of openness as well as democratic and decentralized access to means of production (Wirth/Meier 2013, Rosenfeld Halverson/ Sheridan 2014). In our study, we regard the FabLab as a specific kind of shared machine shop (cf. Dickel et al. 2014). Open workshops are “open” in the sense that there is public access to the machines, in contrast to closed access to machines which typically characterizes company production lines. Even though access to the machines in a FabLab is limited by several boundaries (users usually have to attend an introductory session and pay a fee), they can be seen as an expansion of access to the means of production and invention. Similar arguments can also be found in some of the more enthusiastic literature on the Open Source and Open Hardware movement (ibid.). But besides access to the machines, open workshops and especially FabLabs are seen as places of sharing knowledge among users and developing prototypes collaboratively. Therefore, they are also open regarding the sharing of knowledge. As a FabLab founder told us, even companies coming to the Lab for their developments cannot keep their knowledge “closed” from other users, because the building is open and everybody can see what they do.

The Fab Charter¹ specifies this idea for FabLabs by claiming that “Fab labs are available as a community resource, offering open access for individuals as well as scheduled access for programs.” As a community resource, which is open to everyone, FabLabs are seen as a shared good which must be protected from being misused and exploited for commercial purposes: “Commercial activities can be prototyped and incubated in a fab lab, but they must not conflict with other uses,

1. The Fab Charter: <http://fab.cba.mit.edu/about/charter/> (last access: March 18th, 2017).

they should grow beyond rather than within the lab, and they are expected to benefit the inventors, labs, and networks that contribute to their success” (ibid.).

As often stated in the literature on Open Source, Open Access and governance mechanisms, openness and the ideals of free sharing are contradictory to notions of commodification and appropriation of goods (e.g. Raymond 1999, Holtgrewe/Werle 2001, Franzen 2014, Volkmann et al. 2014, O’Mahony 2007, Gläser 2003, 2007). Therefore, the following statement of a co-founder of a FabLab, in which he emphasizes that there is no contradiction between commercial use and open collaborative invention at his FabLab, appears puzzling: “It is not really an expression of our social conscience that we keep things open, but rather an intentional business practice. For me, that does not exclude that a bigger number of people can benefit from our work. For me, both belong together” (FabLab co-founder #1, transl. the authors).

This remark raises the question of how the apparent contradiction between openness and closedness is resolved at the FabLab, leading the co-founder to state that the FabLab benefits from the ideals of sharing as well as the ideals of commodification. The explorative, qualitative study presented here was thus guided by the question of how macro-level structures, i.e. the logics of openness and closedness, are implemented on the meso and micro levels of the FabLab and its developers. With our article, we hope to contribute to the understanding of open workshops such as FabLabs by developing a heuristic typology of the relationing of heterogeneous locis in practices. By doing so, we aspire to follow up on neo-institutionalist work on the relation of heterogeneous institutional logics.

We began our empirical endeavour with three explorative interviews in different open workshops during which we asked representatives about the basic “philosophy” of their workshops. Essentially, there are three different types of open workshops (see table 1): first, there are business-orientated open workshops which see themselves as start-up incubators and thereby legitimate the relatively high fees they charge for membership and the use of machines. Other than that, there are hackerspaces which are distinctly against commercial interest of any form and should not be used as co-working space. These two cases show that even among the open workshops, the ideals of sharing and the commodification of inventions are perceived as somewhat incompatible. Both incubators and hackerspaces position themselves between the two norms, but on opposite ends of the continuum. However, as the previous quote by the FabLab co-founder illustrates, FabLabs position themselves right between incubators and hackerspaces. According to the founder’s description, they even reject the idea that there is a tension between openness and closedness. Thus, we decided to further investigate the FabLab as a social system which enables collaborative innovation by supporting open exchange and commodification of knowledge at the same time.

	Start-Up Incubator Workshops	FabLabs	Hackerspaces
selectivity of members	open to companies only, private individuals not welcome	companies as well as private individuals welcome	open to private individuals only, companies not welcome
desired application	commercial use desired	commercial as well as non-commercial use allowed	commercial use frowned upon

Table 1: Typology of open workshops, based on explorative interviews

We conducted four guideline interviews in total: two with the co-founders of a FabLab, and two with leaders of projects conducted at the FabLab. The projects were selected based on recommendations of the FabLab founders, a short explorative phase in the FabLab, as well as the projects' varying degree of integration in the FabLab. The interviews were coded iteratively, starting with a broad focus on typifying practices of developing something new in the FabLab, expanded inductively by the information we gathered from the analysis.

In the following sections of this article, we will first review the existing research on openness and subsequently present our own framework for handling heterogeneous logics based on previous research on institutional logics. Afterwards, we will apply our framework to the case of collaborative invention at the FabLab, illustrating how only a differentiated perspective that distinguishes types of relationships between heterogeneous logics enables us to understand the process of collaborative invention at the FabLab.

2. Previous research on openness and closedness, and institutional logics

Four main bodies of research are relevant to our concern: (1) research on conceptions of openness in general, (2) research on open source software projects stating a contradiction between the open sharing and private appropriation of knowledge, (3) work on open innovation explaining how openness can be used for purposes of appropriation, and (4) literature on institutional logics as the generalization of openness and closedness, where we focus on investigations of the different types of relationships which can exist between two logics.

2.1 The Relationship between openness and closedness

For the sake of clarity, it is necessary to elaborate the often ambiguously used terms “openness” and “closedness.” By “openness,” we denote the institutional logic of open access to or publication of all knowledge necessary to develop a material object, software, or artwork, along with the use of “open licenses” that en-

sure that the benefits of that knowledge cannot be appropriated by an individual or a company. Furthermore, membership in the respective developing community is unrestricted and based upon self-identification (cf. Benkler 2002: 367). Both characteristics can be found in the self-description in the Fab Charter cited above. They are further emphasized by orders written on a wall in the lab: “Help each other!” and “Got a question? – Ask the person next to you!” In contrast, the term “closedness” will be used to describe restrictive access to knowledge, the use of exclusive licenses such as patents and copyrights, as well as forms of selective membership. Practices of closedness can also be found in the FabLab. On the one hand, the Fab Charter allows companies to use the FabLab even if their goal is to register a patent, as long as they acknowledge/compensate everybody who contributes to their development and “grow beyond rather than within the lab” (ibid.). On the other hand, there are some areas where membership is selective. For example, users have to attend an introductory session before they may use the machines, and they have to pay for using the machines unless they have a special contract with the lab.² We understand openness as well as closedness to be specific institutional logics, i.e. bundles of complementary institutions associated with a certain social realm (Friedland/Alford 1991, Thornton/Ocasio 2013).

Generally speaking, there are two different positions on openness and closedness in previous research. The first position assumes that classic business models of openness and closedness are contradictory and incompatible by nature, and that the existence of one logic in a domain excludes the other. The release of open source code is seen in opposition to proprietary software licensing practices (Raymond 1999, Holtgrewe/Werle 2001), and the organization of scientific publications in open access systems is regarded as an antipode to publication by traditional publishing companies (Franzen 2014, Volkmann et al. 2014). Moreover, the demand for openness is not only associated with questions of access, but also with a new form of social production. Open source communities are seen as a form of governance based on solidarity and a sense of community, distinct from traditional governance modes like markets or hierarchies (e.g. O’Mahony 2007, Gläser 2003, 2007). This claim is also corroborated by empirical cases like the Homebrew Computer Club. Here, the emergence of business interests in the open developing community of the personal computer quickly replaced the ideal of openness as the engineers began to keep their knowledge to themselves (Meyer 2003: 14p.). From this perspective of contradictory logics, we should expect that FabLabs lean towards either openness or closedness to avoid contradictions, similar to hackerspaces and start-up incubators.

The second position presumes that the logics of openness and closedness can support each other in a somewhat harmonic symbiosis. Most of this literature is well known under labels such as “open innovation” or “collective invention,” where ideals of openness are discussed as being beneficial for business. As a re-

2. Our understanding of openness corresponds to the handling of knowledge and membership in the logic of science as described by Merton (1973 [1942]), while our understanding of closedness corresponds to the logic of the economy.

sult, companies that implement open logics can increase their performance and profits (e.g. Allen 1983, von Hippel 2005, Chesbrough 2006, Pénin 2008). More recently, research on open source communities has discussed the economic benefit private companies can have from sponsoring them, e.g. by selling products which are complementary to the software. It is noteworthy, however, that the products themselves are not necessarily open (e.g. Osterloh/Rota 2007, Raasch et al. 2008, Schrape 2015, Adler 2015). We could thus regard the FabLab as such a company, selling a service (access to machines) that is complementary to data which are openly produced in the maker community (e.g. blueprints). However, with regard to the exchange of knowledge among users and the collaborative invention in the FabLab, the situation is more complex. People help each other without expecting a direct reward, and they develop products together which only one of the parties involved might sell in the future. Therefore, there seems to be more than a simple relationship between openness and closedness. To further illuminate this, we draw on neo-institutional theory regarding heterogeneous logics. By interpreting openness and closedness as institutional logics, we find some fruitful studies which we will examine in the following subsection.

2.2 Different relationships between institutional logics

Generalizing the phenomenon of openness and closedness as institutional logics allows us to tap into the theoretical insights of a broader body of research and transfer knowledge from other empirical cases. The term “institutional logic” was coined by Friedland and Alford (1991), describing bundles of reciprocally related, symbolic and material structures that take certain forms of coordination. Out of all the literature on heterogeneous institutional logics, we are particularly interested in studies on multiple or competing logics as they describe various possible relations between logics.

An important branch of research broaches the issue of changing dominant logics in a social system (Thornton/Ocasio 1999). Those studies often focus on the causes of that change. Examples are change driven by social movements (Rao et al. 2003), or change that can also take place without social movements but by specific selection of practices by a certain environment (Berman 2015). Further research stresses that the change of the dominant logic does not necessarily result in a complete replacement of the former “incumbent” logic, as the old logic continues to exist in a weakened form. (Reay/Hinings 2005, Heinze/Weber 2015). Nonetheless, these investigations suggest that the existence of multiple institutional logics in the same social system leads to tension and conflict.

Other studies show that the introduction of a new logic does not necessarily lead to the displacement of the old logic but rather to some sort of hybridization of both logics. Labelled as synthesis, compromise, blending, or hybrid logic, these studies show that the two logics are “merged” in some way (e.g. Jay 2013, Battilana/Dorado 2010). Considering the conception of logics displacing each other, some studies also show how in the process of replacing an old logic, the new logic is altered by the old one (Meyer/Hammerschmidt 2006, Have-

man/Rao 1997). While these studies can be interpreted as showing an outcome in which both original logics are altered and therefore somewhat weakened, they can also be interpreted as an indication that logics can somehow coexist peacefully.

A far smaller branch of literature on institutional logics explicitly discusses the topic of non-conflicting relationships between heterogeneous logics. Some scholars conclude that “institutional theorists have largely emphasized conflicts between contradictory logics and their representatives [...] we know a lot about how they are kept apart, little about how they coexist, and virtually nothing about how they can positively feed off each other.” (Smets et al. 2015: 932). Nonetheless, these studies are of importance as they describe other forms of relationships between institutional logics: inside a social system, heterogeneous logics can be separated to avoid tension and conflict. This insight has been labeled either as compartmentalization (Kraatz/Block 2005), segmentation and demarcation (Smets et al. 2015), or selective coupling (Pache/Santos 2013). Moreover, there are cases where both logics profit from each other’s presence, a phenomenon labeled as bridging (Smets et al. 2015), or cases where a new dominant logic somehow “subdues” the former logic, leading to some sort of instrumentalization (Meyer/Hammerschmidt 2006: 1012). Finally, McPherson and Sauder (2013: 186) remark that instead of conflict or separation, they observe a “steady coexistence of multiple frameworks without signs of threat to the integrity of any”.

This leads us to the problem of distinguishing between different types of relationships that institutional logics can generally have. While some studies construct a typology of organizational responses to handling multiple logics (e.g. Oliver 1991, Reay/Hinings 2009), our concern is not only production and reproduction of practices on the micro level, but also the outcome at the meso level, namely the resulting relation of the co-existing logics. In this respect, some authors have already tried to explicitly or implicitly derive typologies from their case studies: bridging and segmentation have been distinguished as two oscillating types (Smets et al. 2015). By describing selective coupling as a way of handling conflicting logics, others differentiate it from decoupling and compromising (Pache/Santos 2013). Besio and Meyer (2015) use their case studies to distinguish decoupling (some sort of internal separation of logics) from translation (some sort of hybridization or instrumentalization) and Petschick, Schmidt, and Norkus (2013) discuss how the two logics they studied are actively separated in the beginning but later weakened each other. By discovering the steady and peaceful coexistence of multiple logics in the drug court, McPherson and Sauder (2013) emphasize that other than replacement, blending, and segregation, logics can also co-exist in some sort of non-interference.

3. Alternative approach: The distinction between different types of relations between institutional logics

While we generally support the approach of investigating the situational and concrete use of institutional logics, often described as the study of “logics on the ground” (McPherson/Sauder 2013: 166pp.), we want to identify three key shortcomings in the aforementioned research on the relationship between logics in general and the relation between openness and closedness in particular. First, the relationships are often implicitly normative. More specifically, the relationship between openness and closedness is either described as an inherent contradiction or as a harmonic symbiosis without contradictions. Both simplifications tend to stem from normative conceptions on the part of the authors: “good” openness must be protected from the “bad” economic logic of closedness; openness can be justified to managers by its expected economic value (van Hippel 2005), closed business models are tolerated if they indirectly contribute to the community that supports openness. Second, most studies only consider one possibility of how heterogeneous logics exist together. When a typology of different possible logic relationships is constructed, those typologies are mainly derived inductively without an attempt to generalize the findings. Hence, they do not ensure in any way that the types of relation they observe are exhaustive or transferable to other empirical cases. Third, even the more sophisticated studies tend to be overly simplistic: while recognising that the relationship between two logics can take on more than one form, they assume that one form of relationship between logics dominates an entire system. In that sense, they run the risk of ignoring the possibility that multiple logics are situationally handled in the very same system at the very same time.

To tackle these shortcomings, we developed a framework of six types of relations that two institutional logics can form. While this typology is partially derived from our empirical work on openness and closedness in FabLabs, it is also constructed deductively to ensure that it exhausts all logical possibilities (see table 2).³ Moreover, it is informed by previous research on what happens when heterogeneous logics come together.

3. The completeness of our typology is ensured as we derived the types from a 3x3 matrix for every possible combination of weakening, indifference and reinforcement of logics. Of the resulting nine possibilities, three have been removed as they are only mirroring cases. The remaining six have been slightly modified, e.g. to reflect that there are two forms of indifference between logics.

Indifference of logics	Ignorance	The logics do not influence each other in any way.
	Isolation	The logics cannot coexist without tension. Therefore, they have to be actively separated.
Weakening of logics	Replacement	One logic partially or totally replaces the other logics, there is no co-existence.
	Neutralization	The logics are both weakened in their functionality by their co-presence.
Reinforcement of logics	Instrumentalization	The functionality of one logic is increased by instrumentalizing the other logic.
	Symbiosis	Both logics reinforce each other in productive coexistence.

Table 2: Typology of possible relations between two institutional logics

The value of this typology does not only derive from its completeness, but also from the fact that it is flexible enough to integrate the existence of only one logic in a certain domain as a result of the complete replacement of one logic by another, as in the case of the Homebrew Computer Club (cf. Meyer 2003: 14). Furthermore, three of the six types presume a rather contradictory relationship between the logics (isolation, replacement, neutralization), while the other three imply a relationship free of contradictions (ignorance, instrumentalization, symbiosis). Hence, our typology does not take any normative stance and leaves the concrete nature of the relationship of two logics conceptually open to empirical research. At last, we would like to emphasize the general transferability of this framework to the discussion on other institutional logics, despite the fact that it was originally developed in the context of the openness/closedness debate.

The typology fits with the overall assumptions of structuration theory as our underlying theoretical perspective. The relationship between logics can be understood as (un)intended consequences of intentional actions (Giddens 1984: 5, referring to Merton 1936). In essence, actors pursue their specific goals in local actions and produce or reproduce a certain relationship between overall logics to which they consciously or unconsciously refer in the course of those actions. Our framework thus does not describe practices of “relationing”, but rather focuses on “relationing” in practices. Nevertheless, there is the possibility that, particularly in organizations, actors actively monitor and consider the consequences of practices in their reflexive structuration (cf. Ortmann et al. 2000).

4. The logic relation of openness and closedness in the four aspects of collaborative invention in the FabLab

Our theoretical framework helps to illuminate what happens to the logics of openness and closedness in the context of the FabLab. To structure our empirical data, we distinguish four different aspects of collaborative invention in the FabLab.

Based on the descriptions by our interview partners that correspond to findings in the literature on innovation processes (Braun-Thürmann 2005, Godin 2006, Gürtler/Meyer 2013, Möller 2010), we came to the conclusion that the process of collaborative invention is based upon four interrelated aspects: (1) the development of technical competence which is necessary to enable the different users of the FabLab to use the machines in a meaningful way; (2) the creative-intuitive generation of ideas or selection from a pool of existing ideas; (3) prototyping as the iterative-experimental process of tinkering with a material object (this also includes the provision of spaces and machines); and (4) the externalization of results which includes licensing, mass production, (free) distribution and any form of publication.⁴ In this section, we will show how the relevant practices of each of those aspects of invention establish a certain relationship between the logics of openness and closedness.

The development of *technical competence* happens through multiple practices: the project members can participate in formal workshops which are offered by the FabLab and where they are instructed on the use of the different machines. But there is also an informal exchange of knowledge between different users of the FabLab, which is often emphasized to be even more important than the workshops. During random encounters, users often ask each other how they achieved a certain effect and hence learn how to use the machines in a certain way. The FabLab facilitates this, not only by providing machines, but also by creating a co-working space characterized by a certain spatial order almost without any separating walls. However, since physical space is scarce, the FabLab founders select project teams based on a certain “mind-set” of sharing ideas as well as the diversity of topics on which the groups are working. The principle of getting knowledge in form of people into the FabLab explicitly includes corporations. As one co-founder stated, “these people are always a benefit for our community because we can learn from them” (co-founder #2). However, while working at the FabLab, even companies have to follow the same rules, work in an open space, and are encouraged to share their ideas. Allowing corporations into the FabLab is therefore not seen as an introduction of “closed” mind-sets but as a way of introducing people’s special knowledge into the FabLab. Formal workshops and carefully reflected informal knowledge exchange are complemented by the FabLab employees, who formally assist the projects on an on-demand basis, as well as by extensive feedback from the users to the FabLab employees on certain uses of machines and on which machines the FabLab should order next. It is also worth mentioning that some projects seem to use the FabLab as a pool from which they recruit new project members as they can get to know the people and their mind-set by working next to them in the FabLab.

The development of competence shows that on the level of institutional logics, there are two things going on. We can identify a replacement of the logic of closedness by the logic of openness. Keeping knowledge to yourself is inter-

4. We agree with the criticism of a linear conception of innovation (e.g. Godin 2006, Braun-Thürmann 2005) and emphasize that the four aspects do not necessarily need to occur in this order.

puted as incompatible with the open sharing of knowledge. Even companies working in the FabLab have to comply with the local rules of openness. At the same time, the spatial necessity to select projects is used creatively as an instrumentalization of closedness for the ideals of openness: membership in the FabLab community is not selected on a basis of an open or fair principle, such as democracy or random selection, but on very restrictive decisions made by the FabLab founders. But, as they strictly select FabLab projects and companies based on the “mind-set” of the individuals, they contribute to the exchange of knowledge in the FabLab, thus reinforcing the functioning of the openness logic. (With slight differences, many practices of idea-generating overlap with the practices of developing competence and consequently have the same effect in bringing both logics of openness and closedness into a relationship. They are therefore not presented at this point.)

Other than the exchange of knowledge within the community, the vast opportunities for experimenting and for “playing around” are stated as a major reason for working in the FabLab by members of all projects we interviewed. The FabLab enables affordable possibilities of experimenting with machines, while an industrial workshop would charge at least 1000 € for just one prototype (project leader #2). The FabLab provides multiple options for using the machines: from a pay-as-needed basis to flatrate-type subscription models. One FabLab co-founder also emphasizes that collaborating with business firms not only brings more knowledge into the FabLab community, but also has financial advantages. Companies are welcome to make profits from their products developed in the FabLab as they also must pay high fees. This money is used by the FabLab to provide their community with even more machines, spaces and support – companies essentially subsidize private individuals working in the FabLab on their projects. One founder acknowledged that they accept “business-to-business contracts because you cannot build a FabLab on the shoulders of a community. [...] the idea is that we support companies with our work and expertise; and in turn, we can support the community with the money we get from them” (co-founder #1). Furthermore, as the FabLab seems to be some sort of “consulting firm” for other companies, they also rely on the esoteric knowledge of their community. In one case, a FabLab founder asked the director of a fashion project whether she could consult a company on fashion technology.

What we see on the level of prototyping seems to be a very harmonic symbiosis of the logics of openness and closedness: companies are allowed to license and privately appropriate the products they develop in the FabLab in spite of the culture of sharing and open knowledge. But they pay for that right, and the money is used to finance the FabLab’s community and infrastructure, both of which are the basis for the ideal of openness. The fees the companies pay could be interpreted as a modern “selling of indulgences.” Companies benefit from the knowledge and particular expertise of the FabLab while the FabLab community benefits from the money it needs to stay alive as a community. Openness and closedness not only coexist, but both logics strongly benefit from each other’s presence as the

open FabLab community would lack the funds for their infrastructure without the companies; and as the companies would lack ideas and esoteric expertise without the open FabLab community. Taken together, the several practices presented here clearly establish a symbiosis of openness and closedness.

Finally, the FabLab also provides a specific framework for the externalization of developments. Even though the FabLab nurtures a culture of open knowledge sharing, peculiarly, the founders as well as the project directors at the same time emphasize the notion that an idea belongs to an individual person: “It is clear to them that this is *my* idea and not 50 percent theirs and 50 percent mine” (project leader #2). “Well, there is intellectual property and when a developer or inventor builds something, it belongs to him, this is the German law [...] Even if someone develops something in this environment [the FabLab], it is still his property.” (co-founder #1) While this appears to be paradoxical at first glance, this conviction actually enables the FabLab to tolerate closed and open appropriation of things developed in the FabLab. Users can profit from shared knowledge and still register a patent of their product. The notion of individual authorship legitimizes the practice of commercial appropriation by enabling intellectual property. The FabLab is seen as a place for experimentation; licensing belongs to a phase of development that takes place outside the FabLab (co-founder #2).

By separating access to knowledge from the appropriation of knowledge, the FabLab assigns rules of openness to the former whereas it is officially indifferent concerning future appropriation and thus tolerates the closed logic of commercial licensing. The separation of access and appropriation therefore leads to the separation of openness in the realm of knowledge sharing and (potential) closedness in the realm of appropriation. The somewhat contradictory practice of separating access and appropriation constitutes an isolation of the two logics that stabilizes the co-existence of both in the context of the FabLab. Without this isolation and the subsequent possibility of commercial appropriation, corporations would be far less incentivized to work in the FabLab. This would ultimately hinder the functioning of the aforementioned practices of prototyping and development of competence. The different aspects of collaborative invention bring the logics of openness and closedness into a relationship through the adoption of different practices (see table 3) – but the specific interrelation of these practices is what enables the FabLab to function.

	Development of competence	Finding of ideas	Prototyping	Externalization
Role of the Fab Lab	creates a community of open-minded people	creates a community of open-minded people	provides expensive infrastructure	separates access and appropriation of knowledge
Local relationship of the logics	replacement of closedness with openness instrumentalization of closedness through openness	replacement of closedness with openness instrumentalization of closedness through openness	symbiosis between openness and closedness	isolation of openness and closedness

Table 3: The different logic relationships between openness and closedness concerning the different aspects of collaborative invention in the FabLab

5. Conclusion: Towards a more complex conception of openness

We can see how the users and employees in the FabLab successfully form a space of open exchange of knowledge in those situations of the development process where it is needed, whereas it enables the appropriation of the results of the development and the knowledge necessary for exploiting the rewards of the invention. The development of technical competence and the generation of ideas are associated with practices of sharing knowledge among the members in informal situations. Both are clearly distinguished from the externalization of a product, where we find practices of closing knowledge for protecting rewards.

In conclusion, we can identify a replacement of closedness with openness, an instrumentalization of closed practices for the ideal of openness, and a productive symbiosis between an open FabLab community and companies aiming for commercial products. All this is stabilized through the separation of access to and appropriation of knowledge, which is basically an implicit isolation of the logics of openness and closedness. Replacement, instrumentalization, symbiosis, and isolation – locally, the tension between openness and closedness is handled in various ways through several different practices which, taken together, enable the FabLab and the different actors to work on their individual goals.

Former assumptions that openness and closedness are either incompatible or reciprocally beneficial must be rejected in favour of a more differentiated approach that pays attention to the effects of concrete, local practices. The notion that only one type of relationship between two logics dominates a certain social system must also be rejected, as our research clearly shows that multiple forms of logic-relations can co-exist within the very same system at the very same time – and it is this carefully reflected relationship of heterogeneous logics which enables all the associated actors to work on their inventions in the FabLab.

While our original endeavor was to illuminate the case of the FabLab as a special social system with an apparent contradiction between openness and closedness, we hope that our work can help to understand the relationship between openness and closedness in general. Instead of assuming a relationship of complete conflict or peaceful symbiosis, a more differentiated framework might help to understand how two logics co-exist. Furthermore, our heuristic might also be useful to scholars of institutional logics. By constructing a typology that seems to unify and incorporate various previous findings on the meso level of logic relationships, our framework could also be a contribution for understanding the manifold relationships of institutional logics beyond conflict, blending, and segmentation.

References

- Adler, P. S. (2015). Community and Innovation: From Tonnies to Marx. *Organization Studies*, 36(4), 445–471. <https://doi.org/10.1177/0170840614561566>.
- Allen, R. C. (1983). Collective invention. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 4(1), 1–24. [https://doi.org/10.1016/0167-2681\(83\)90023-9](https://doi.org/10.1016/0167-2681(83)90023-9).
- Battilana, J., & Dorado, Si. (2010). Building sustainable hybrid organizations: The case of commercial microfinance organizations. *The Academy of Management Journal*, 53(6), 1419–1440.
- Benkler, Y. (2002). Coase’s penguin, or, Linux and the nature of the firm. *Yale Law Journal*, 112, 369–446.
- Berman, E. P. (2012). Explaining the move toward the market in US academic science: how institutional logics can change without institutional entrepreneurs. *Theory and Society*, 41(3), 261–299. <https://doi.org/10.1007/s11186-012-9167-7>.
- Besio, C., & Meyer, U. (2015). Heterogeneity in World Society. How Organizations Handle Contradicting Logics. In B. Holzer, F. Kastner, & T. Werron (Eds.), *From globalization to world society: neo-institutional and systems-theoretical perspectives* (1st Edition). New York: Routledge.
- Braun-Thürmann, H. (2005). *Innovation*. Bielefeld: Transcript.
- Chesbrough, H. W. (2006). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business Press.
- Dickel, S., Ferdinand, J.-P., & Petschow, U. (2014). Shared Machine Shops as Real-life Laboratories. *Journal of Peer Production*, Issue #5: Shared Machine Shops.
- DiMaggio, P. W., & Powell, W. W. (1983). The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. *American Sociological Review*, 48(2), 147–160.
- Franzen, M. (2014). Grenzen der wissenschaftlichen Autonomie. Zur Eigengesetzlichkeit von Publikationskulturen. In M. Franzen, A. Jung, D. Kaldewey, & J. Korte (Eds.), *Autonomie revisited. Beiträge zu einem umstrittenen Grundbegriff in Wissenschaft, Kunst und Politik*. *Zeitschrift für theoretische Soziologie*, 2. Sonderband (pp. 374–399).
- Friedland, R., & Alford, R. R. (1991). Bringing Society Back in: Symbols, Practices, and Institutional Contradictions. In W. W. Powell & P. DiMaggio (Eds.), *The New institutionalism in organizational analysis* (pp. 232–266). Chicago: University of Chicago Press.
- Giddens, A. (1984). *The Constitution of Society: Outline of the Theory of Structuration*. Cambridge: Polity Press.

- Gläser, J. (2003). A Highly Efficient Waste of Effort: Open Source Software Development as a Specific System of Collective Production. Presented at the TASA 2003 Conference, University of New England.
- Gläser, J. (2007). The Social Order of Open Source Software Production. In K. St. Amant & B. Still (Eds.), *Handbook of research on open source software: technological, economic, and social perspectives* (pp. 169–182). Hershey, PA: Information Science Reference.
- Godin, B. (2006). The Linear Model of Innovation: The Historical Construction of an Analytical Framework. *Science, Technology & Human Values*, 31(6), 639–667. <https://doi.org/10.1177/0162243906291865>.
- Haveman, H. A., & Gualtieri, G. (2017). Institutional Logics. Working Paper, Prepared for the Oxford Research Encyclopedia of Business and Management, Ray Aldag, ed., UC Berkeley.
- Haveman, H. A., & Rao, H. (1997). Structuring a Theory of Moral Sentiments; Institutional and Organizational Coevolution in the Early Thrift Industry. *American Journal of Sociology*, 102(6), 1606–1651. <https://doi.org/10.1086/231128>.
- Heinze, K. L., & Weber, K. (2015). Toward Organizational Pluralism: Institutional Intrapreneurship in Integrative Medicine. *Organization Science*, 27(1), 157–172. <https://doi.org/10.1287/orsc.2015.1028>.
- Holtgrewe, U., & Werle, R. (2001). De-Commodifying Software? Open Source Software Between Business Strategy and Social Movement. *Science Studies*, 14(2), 43–65.
- Jay, J. (2013). Navigating Paradox as a Mechanism of Change and Innovation in Hybrid Organizations. *Academy of Management Journal*, 56(1), 137–159. <https://doi.org/10.5465/amj.2010.0772>.
- Kraatz, M. S., & Block, E. S. (2008). Organizational Implications of Institutional Pluralism. In *The SAGE Handbook of Organizational Institutionalism* (pp. 243–275). London: SAGE Publications Ltd. <https://doi.org/10.4135/9781849200387>.
- Marquis, C., & Lounsbury, M. (2007). Vive La Résistance: Competing Logics and the Consolidation of U.S. Community Banking. *The Academy of Management Journal*, 50(4), 799–820. <https://doi.org/10.2307/20159891>.
- McPherson, C. M., & Sauder, M. (2013). Logics in Action Managing Institutional Complexity in a Drug Court. *Administrative Science Quarterly*, 58(2), 165–196. <https://doi.org/10.1177/0001839213486447>.
- Merton, R. K. (1936). The Unanticipated Consequences of Purposive Social Action. *American Sociological Review*, 1(6), 894–904. <https://doi.org/10.2307/2084615>.
- Merton, R. K. (1973). The normative structure of science. In N. W. Storer (Ed.), *The sociology of science: Theoretical and empirical investigations* (pp. 267–278). Chicago/London: University of Chicago Press.

- Meyer, J. W., & Rowan, B. (1977). Institutionalized Organizations: Formal Structure as Myth and Ceremony. *American Journal of Sociology*, 83(2), 340–363.
- Meyer, P. B. (2003). Episodes of Collective Invention. US Department of Labor, Bureau of Labor Statistics, Office of Productivity and Technology Working paper 368.
- Meyer, R. E., & Hammerschmidt, G. (2006). Changing Institutional Logics and Executive Identities: A Managerial Challenge to Public Administration in Austria. *American Behavioral Scientist*, 49(7), 1000–1014. <https://doi.org/10.1177/0002764205285182>.
- Oliver, C. (1991). Strategic Responses to Institutional Processes. *The Academy of Management Review*, 16(1), 145–179.
- O'Mahony, S. (2007). The governance of open source initiatives: what does it mean to be community managed? *Journal of Management & Governance*, 11(2), 139–150. <https://doi.org/10.1007/s10997-007-9024-7>.
- Ortmann, G., Sydow, J., & Windeler, A. (2000). Organisation als reflexive Strukturation. In G. Ortmann, J. Sydow, & K. Türk (Eds.), *Theorien der Organisation: die Rückkehr der Gesellschaft* (2. Auflage, pp. 315–354). Wiesbaden: Westdeutscher Verlag.
- Osterloh, M., & Rota, S. (2007). Open source software development—Just another case of collective invention? *Research Policy*, 36(2), 157–171. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.10.004>.
- Pache, A.-C., & Santos, F. (2010). When Worlds collide: The internal Dynamics of Organizational responses to conflicting institutional demands. *The Academy of Management Review*, 35(3), 455–476.
- Pache, A.-C., & Santos, F. (2013). Inside the Hybrid Organization: Selective Coupling as a Response to Competing Institutional Logics. *Academy of Management Journal*, 56(4), 972–1001. <https://doi.org/10.5465/amj.2011.0405>.
- Pénin, J. (2008). More open than open innovation? Rethinking the concept of openness in innovation studies. Working Papers of BETA, Bureau d'Economie Théorique et Appliquée, UDS, Strasbourg. Retrieved from <http://econpapers.repec.org/paper/ulpsbbeta/2008-18.htm>.
- Petschick, G., Schmidt, R. J., & Norkus, M. (2013). Frauenförderung zwischen heterogenen Logiken: Der Fall eines Nachwuchsförderprogramms in der deutschen Exzellenzinitiative. *Swiss Journal of Sociology*, 39(2), 383–404.
- Raasch, C., Herstatt, C., & Abdelkafi, N. (2008). Open Source Innovation – Characteristics and applicability outside the software industry. TU Hamburg-Harburg, TIM-Arbeitspapier Nr. 53.
- Rao, H., Monin, P., & Durand, R. (2003). Institutional Change in Toque Ville: Nouvelle Cuisine as an Identity Movement in French Gastronomy¹. *American Journal of Sociology*, 108(4), 795–843. <https://doi.org/10.1086/367917>.

- Raymond, E. S. (1999). The cathedral and the bazaar. *Knowledge, Technology & Policy*, 12(3), 23–49. <https://doi.org/10.1007/s12130-999-1026-0>.
- Reay, T., & Hinings, C. R. (2009). Managing the Rivalry of Competing Institutional Logics. *Organization Studies*, 30(6), 629–652. <https://doi.org/10.1177/0170840609104803>.
- Reay, Trish, & Hinings, C. R. (Bob). (2005). The Recomposition of an Organizational Field: Health Care in Alberta. *Organization Studies*, 26(3), 351–384. <https://doi.org/10.1177/0170840605050872>.
- Schrape, J.-F. (2015). Open Source Softwareprojekte zwischen Passion und Kalkül. SOI Discussion Paper 2015-02, Universität Stuttgart.
- Smets, M., Jarzabkowski, P., Burke, G. T., & Spee, P. (2015). Reinsurance Trading in Lloyd's of London: Balancing Conflicting-yet-Complementary Logics in Practice. *Academy of Management Journal*, 58(3), 932–970. <https://doi.org/10.5465/amj.2012.0638>.
- Swidler, A. (1986). Culture in Action: Symbols and Strategies. *American Sociological Review*, 51(2), 273–286. <https://doi.org/10.2307/2095521>.
- Thornton, P. H., & Ocasio, W. (1999). Institutional Logics and the Historical Contingency of Power in Organizations: Executive Succession in the Higher Education Publishing Industry, 1958– 1990. *American Journal of Sociology*, 105(3), 801–843. <https://doi.org/10.1086/210361>.
- Thornton, P., & Ocasio, W. (2013). Institutional Logics. In R. Greenwood (Ed.), *The Sage handbook of organizational institutionalism* (Paperback ed, pp. 99–129). Los Angeles, Calif.: Sage Publ.
- Volkman, U., Schimank, U., & Rost, M. (2014). Two Worlds of Academic Publishing: Chemistry and German Sociology in Comparison. *Minerva*, 52(2), 187–212. <https://doi.org/10.1007/s11024-014-9251-4>.
- von Hippel, E. (2005). Democratizing innovation: The evolving phenomenon of user innovation. *Journal Für Betriebswirtschaft*, 55, 63–78. <https://doi.org/10.1007/s11301-004-0002-8>.
- Wirth, M., & Meier, N. (2013). FabLabs – High-Tech-Werkstätten für jedermann (Arbeitsbericht No. 4). CEDIFA.

Zur Verwissenschaftlichung einer „nachgeordneten Behörde“ – Die Projektträgerorganisation im Spannungsfeld von Politik und Wissenschaft

Lisa Kressin

Einleitung

Seit den 1970er Jahren wird die Produktion eines nicht unerheblichen Teils des wissenschaftlichen Wissens in Deutschland durch die Programm- und Projektförderung des Bundes, hauptsächlich vertreten durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), finanziert. Über dieses strategische Instrument der Forschungsförderung wurde zudem die Unterstützung des BMBF durch einen Akteur notwendig, dessen formale Aufgabe es ist, die wissenschaftliche Arbeit über den Verlauf eines gesamten Forschungsprojektes, von der Antragstellung bis zur Abgabe des Schlussberichtes, zu beraten, zu begleiten und fachlich sowie administrativ zu kontrollieren: dem Projektträger (PT).

Diese deutsche Forschungsförderorganisation PT ist vermutlich aufgrund der Fremdbeschreibung als „nachgeordnete Behörde“ (Braun 1997) bisher unattraktiv geblieben für die Wissenschaftsforschung. Dies verwundert, steigen doch die durch PT verwalteten Mittel der Projektförderung des Bundes jährlich und damit auch die Reichweite dieses die Wissenschaft kontrollierenden Akteurs¹. Welche Leistungen erfüllen die PT tatsächlich? Und an wen richten sich ihre Leistungen? Lassen Sie sich aufgrund ihrer Schnittstellenposition zwischen Politik und Wissenschaft nicht eher als Vermittler verstehen? Die Ausgangshypothese dieses Beitrages ist, dass die einseitige Durchsetzung politisch-administrativer Erwartungen an die Forschung durch die PT ihr Leistungsspektrum nicht ausreichend beschreibt. Zum einen haben seit den 1970ern zahlreiche quantitative und qualitative Veränderungen der PT und ihres Verhältnisses zum BMBF stattgefunden, zum anderen ist mithilfe der Prinzipal-Agent-Theorie zu bezweifeln, dass ein einseitiges „Durchregieren“ der Politik über die PT-Organisation in die Wissenschaft erfolgreich gelingen kann.

1. Laut dem Haushaltsplan 2016 plante das BMBF für „Projektträger und Projektbegleiter“ im Jahr 2016 ca. 173 Mio. Euro auszugeben (Bundesministerium der Finanzen 21.12.2015, S. 129). Im Jahr 2010 betrug diese Summe noch 82 Mio. Euro (Bundesministerium der Finanzen, S. 115).

Gustons „Grenzorganisation“ (1999) und Brauns „Verhandlungssysteme“ (1993b) beschreiben die Vermittlerrollen von Förderorganisationen zwischen den Relevanzkriterien der öffentlichen Förderer und den Qualitätskriterien der geförderten Wissenschaftler/innen. Mit ihnen fragt dieser Beitrag, ob die Organisation PT aufgrund ihrer Funktionen und Positionierung zwischen politischen/administrativen und wissenschaftlichen Logiken mit Brauns und Gustons Konzepten beschrieben werden kann. Der Fokus liegt hierbei auf der in der PT-Literatur unterstellten asymmetrischen Beziehung zum BMBF, welche gegen die Vermittlerfunktion sprechen würde. Die geführten leitfadengestützten Interviews mit Abteilungsleitern/innen von vier PT deuten darauf hin, dass die Beschreibung der Organisation als verlängerter Arm des Ministeriums zu kurz greift. Veränderte Anforderungen an die PT haben dazu geführt, dass sie zunehmend ihr Personal aus der Wissenschaft rekrutieren. Dadurch spielen die spezifischen epistemischen Ressourcen, Normen und Netzwerke der Wissenschaft eine zunehmende Rolle für die Leistungsfähigkeit der PT, zugleich steigt das Informationsdefizit des BMBF. Autonomiegewinne² der PT gegenüber dem BMBF lassen ihre Beschreibung als Vermittler heute plausibler erscheinen. Es zeigt sich jedoch auch, dass die PT trotz dieser Veränderungen nach wie vor existentiell abhängig sind vom BMBF. So bleibt die Eigenheit der staatlichen Programmförderung gewahrt, Forschung in erster Linie entlang der politischen Relevanzexpectationen zu steuern.

Das deutsche Projektträgersystem

Wie bereits angedeutet, ist das Projektträgersystem³ durch Initiative des Bundesministeriums für Forschung und Technologie (BMFT) gegründet worden. Dieses sah sich Anfang der 1970er Jahre infolge der erhöhten Investitionen in die Projektförderung einer Flut von Projekten gegenüber, deren fachliche und administrative Kontrolle durch das Ministerium nicht mehr zu leisten gewesen ist. Weder besaß es ausreichend Personal noch eine für die Aufgabe geeignete nachgeordnete Behörde. Das PT-System sollte diesbezüglich Abhilfe schaffen und ab Mitte der 1970er Jahre „Teilaufgaben der Projektbetreuung im Auftrag des BMFT“ (Stucke 1993, S. 165) übernehmen. Zu diesen Aufgaben gehören die „fachliche und administrative Beratung der Antragsteller, [die] Vorbereitung von Förderentscheidungen, [die] Projektbegleitung und Erfolgskontrolle“ (Stucke 1993, S. 166) und „wichtige Funktionen der inhaltlichen Programmkonkretisierung“ (Trute 1994, S. 622). Die Entwicklung übergeordneter Fachprogramme, „formell auch die abschließende Planungsentscheidung, die Projektänderung, die Genehmigung von Projektträgerrichtlinien sowie die Finanzkontrolle als Vorkontrolle“ (Trute 1994, S. 622) lagen weiterhin beim Ministerium. Die PT wurden zum einen

2. Ausführungen zum Autonomieverständnis folgen.

3. Dieser Begriff wurde der Studie von Polt et al. (2009) entnommen und folgt nicht einem soziologischen Systembegriff.

an staatlich finanzierten Großforschungseinrichtungen angesiedelt, zum anderen gibt es heute privatrechtlich organisierte PT als Ergebnis von Ausgründungen des Verbandes Deutscher Ingenieure (VDI).

Seit der Gründung in den 1970er Jahren hat es zwei formale Änderungen innerhalb des strukturellen Rahmens der Projektträgerschaften gegeben, die das Verhältnis von PT und Ministerium auf ein neues Fundament gestellt haben: Die erste ist eine Änderung der Bundeshaushaltsordnung aus dem Jahr 1994, die es dem Ministerium ermöglicht, auch in der Wissenschaftspolitik „[j]uristischen Personen des privaten Rechts [...] mit ihrem Einverständnis die Befugnis [zu verleihen], Verwaltungsaufgaben auf dem Gebiet der Zuwendungen im eigenen Namen und in den Handlungsformen des öffentlichen Rechts wahrzunehmen“. Diese so genannte „Beleihung“ gilt als ein Instrument der „Staatsentlastung“ (Trute 1994, S. 614) und ermöglicht die Übertragung staatlicher Hoheitsrechte an die PT. Für das Ministerium soll er „einen Prozess der Zweckkonkretisierung“ (Trute 1994, S. 619) umsetzen, das heißt, aufbauend auf seine fachliche und administrative Expertise ist es an ihm, die Steuerungsansprüche des Ministeriums in Bezug auf Forschung zu konkretisieren. Zusammenfassend bedeutet die Einführung des Instruments der Beleihung im Rahmen der Forschungsförderung eine gesteigerte Unabhängigkeit beliebiger Akteure. Trute weist beispielsweise auf die „Begründungspflicht des Ministeriums bei Abweichungen von den Empfehlungen gegenüber dem Projektträger“ (Trute 1994, S. 623) hin.

Die zweite Änderung ist die 2011 erfolgte Umstellung der Vergabe von Projektträgerschaften auf ein wettbewerbliches Verfahren, die auf die Rechtsprechung des Europäischen Gerichtshofes zurückzuführen ist. Zuvor waren Projektträgerschaften ohne öffentliche Ausschreibungen durch das BMBF vergeben worden. Dies dürfte die vergangene Praxis des BMBF, seine Vergabepaxis an jahrzehntelang gewachsenen Beziehungsstrukturen auszurichten, stark eingeschränkt haben. Eben jene „etablierten Beziehungen zu Projektträgern“ (Polt et al. 2009, S. 151) von Unterabteilungen und Referaten der Ministerien sind vielfach aufgrund des unterstellten „hohe[n] Beharrungsvermögen“ (Polt et al. 2009, 16f.) kritisiert worden.

Diese Veränderungen scheinen eine eindeutige Verschiebung des Verhältnisses der PT zum BMBF zu markieren. Potentiell können die PT heute eigenständiger als in den 1970ern Entscheidungen im Zuge der Projektbetreuung fällen und müssen sich zudem seit 2011 strategisch aufstellen, um im Wettbewerb um Projektträgerschaften zu bestehen. Doch bereits vor diesen Veränderungen gibt die dünne Literatur zu PT eine Ahnung davon, wie ambivalent das Verhältnis der PT zum BMBF und das Verhältnis der PT zur geförderten Wissenschaft ist. So wertet Braun das Verhältnis von PT und Ministerium als „master-and-servant“-Beziehung (Braun 1993a, S. 150), Stucke beschreibt das PT-System gar als Instrument des Steuerungsverzichtes (Stucke 1993) des Ministeriums und Mayntz und Scharpf deuten die PT als „intermediaries between the ministry and the working scientists“ (Mayntz und Scharpf 1990, S. 76). Wie stellt sich dieses Verhältnis heute dar?

Im Folgenden wird die Annahme, dass PT in ihrer Rolle als Forschungsförderorganisation als „Vermittlersysteme“ beziehungsweise als Grenzorganisation beschrieben werden können, theoretisch begründet. Daran schließt ein kurzer Exkurs zum vorliegenden Autonomieverständnis an, gefolgt von der Vorstellung des methodischen Vorgehens und den Ergebnissen der Interviews samt ihrer Bedeutung für die Bestätigung beziehungsweise Korrektur der theoretisch hergeleiteten Annahme. Zum Schluss folgt ein Fazit und Ausblick hinsichtlich der Bedeutungen der Ergebnisse für die Konzeption der theoretischen Konstrukte der Vermittlersysteme und Grenzorganisationen.

Forschungsförderung aus theoretischer Sicht

Die Prinzipal-Agent-Theorie ermöglicht einen aufschlussreichen Zugang zum theoretischen Verständnis von Forschungsförderung hinsichtlich der Relationen der beteiligten Akteure. Mit ihr lassen sich die potentiellen Konflikte, die im Rahmen der staatlichen Forschungsförderung auftreten, greifen und daraus ableitend die funktionale Bedeutung der Forschungsförderorganisation im Rahmen dieser Konflikte, somit auch der PT, verstehen. Diese Perspektive wird hier kurz angedeutet, um die Probleme zu umreißen, die sich im Rahmen der öffentlichen Forschungsförderung ergeben und für die die folgenden Konzepte von Guston und Braun eine Lösung bieten.

Mit der Prinzipal-Agent-Theorie kann der Staat im Kontext der Forschungsförderung als Prinzipal verstanden werden, der an die Wissenschaft die Aufgabe delegiert, wissenschaftliches Wissen zu produzieren. Da es dem Staat selbst nicht möglich ist, diese Leistung zu erbringen, leitet er Ressourcen an die Wissenschaft weiter, die so dieser Aufgabe nachkommen kann. Die Wissenschaft wird zum Agenten. Sie selbst lässt sich auf dieses Delegationsverhältnis ein, da sie wiederum abhängig ist von den Ressourcen des Staates. Das typische Problem derartiger Konstellationen wird von der Prinzipal-Agent-Theorie als Informationsasymmetrie zwischen Prinzipal und Agent beschrieben. Der Staat allein ist nicht fähig, Produktivität und Integrität der geförderten Wissenschaft zu beurteilen und so wird ein dritter Akteur in das anfänglich dyadische Modell eingeführt, welcher dieses Defizit beheben soll: die Forschungsförderorganisation.

Forschungsförderorganisationen stellen somit eine Lösung für das Problem der Informationsasymmetrie innerhalb der staatlichen Forschungsförderung dar. Mithilfe der Prinzipal-Agent-Theorie wird die funktionale Bedeutung dieses Organisationstypus für die Existenz der staatlichen Forschungsförderung, wie wir sie auch in Deutschland kennen, ersichtlich. Weiterhin lässt sich mit dieser Perspektive die Zuschreibung einer Vermittlungsleistung zur Forschungsförderorganisation begründen. Sie leistet durch die symmetrische Bezugnahme auf Staat und Wissenschaft einen Ausgleich von Kontrolle des Agenten (Wissenschaft) auf der einen Seite und der Signalisierung von Vertrauen in seine Leistungen auf der anderen.

Im Folgenden werden die an dieses Vermittlungs- und Symmetrieverständnis anschließenden Konzepte von Guston und Braun vorgestellt, die als Blaupause für die empirische Leistungsbeschreibung der PT dienen sollen.

Grenzorganisationen nach Guston

Bei Guston wie auch bei Braun dient die Prinzipal-Agent-Theorie als Hintergrundfolie zur Charakterisierung von Forschungsförderorganisationen. Die Beiträge beider lassen sich daher ergänzend lesen.⁴ Guston typisiert Forschungsförderorganisationen als so genannte „Grenzorganisationen“, die an der Grenze von Politik (Prinzipal) und Wissenschaft (Agent) vermitteln und so dieser Grenze im Zuge der Forschungsförderung Stabilität verleihen. Dies gelingt ihnen, in dem sie sich an der Sicherstellung und Sichtbarmachung gemeinsamer Ziele von Politik und Wissenschaft, wie die Integrität und Produktivität der Wissenschaft, beteiligen (Guston 2000, S. 6). Damit lösen die Forschungsförderorganisationen auch das bereits beschriebene Problem der Informationsasymmetrie zwischen Politik und Wissenschaft, welches beinhaltet, dass es der Politik nicht selbstständig möglich ist, die Wissenschaft samt ihrer Leistung zu kontrollieren. Die Förderorganisation jedoch besitzt die Ressourcen und Expertise für diese Kontrollleistungen. Zudem weiß sie, durch welche Anreize die Wissenschaft entsprechend gesteuert werden kann. Wie auch bei Braun ist für Guston das symmetrische Verhältnis der Grenzorganisation zu Politik und Wissenschaft entscheidend. Sie muss als unparteiische Dritte agieren und wahrgenommen werden, um die Vermittlungsleistung zu erbringen. Sie hat beide Seiten gleichermaßen zu adressieren. Folglich trägt sie nicht einseitig Kontrollanforderungen an die Wissenschaft heran. Ihr leistet die Organisation den Dienst, die Produktivität und Integrität der Wissenschaft gegenüber der Politik zu demonstrieren, schützt sie somit vor Sanktionen, sichert ihr Ressourcen und ermöglicht ihr so, eigene Forschungsziele zu verfolgen.

Intermediäre Systeme nach Braun

In „Die politische Steuerung der Wissenschaft“ beschreibt Braun Forschungsförderorganisationen als „intermediäre Systeme“ (Braun 1997, S. 18) beziehungsweise als Verhandlungssysteme, die als „Vermittlungsebene zwischen staatlicher Exekutive und Adressatenebene dienen“ (Braun 1997, S. 47). Sie werden zumeist von staatlichen Instanzen gegründet und übernehmen für diese politische Steuerungsleistung, in dem sie die Adressaten der politischen Programme „in den Formulierungs- und Implementationsprozess“ (Braun 1997, S. 48) dieser Programme einbinden. Dadurch erhöhen sie die Akzeptanz und zugleich Erfolgchancen der Programme. Mit Blick auf die bereits erwähnte Prinzipal-Agent-

4. Siehe auch die gemeinsamen Publikationen von Guston und Braun zum Thema, z.B. 2003.

Theorie ist leicht ersichtlich, wie sich diese Beschreibung auf die Forschungsförderung und noch konkreter auf die PT-Organisation anwenden lässt. Die PT wurden auf Initiative des Wissenschaftsministeriums dafür gegründet, einen Teil der politischen Steuerungsleistung zu übernehmen. Mit der Einführung der Beilehung in die Forschungsförderung im Jahr 1994 ist es zudem möglich geworden, selbst staatliche Hoheitsrechte an die PT zu übertragen. Ganz im Sinne Brauns dient dies zum einen als Instrument der „Staatsentlastung“ und zum anderen macht dies aus den PT „Vermittler“ (Trute 1994, S. 614), denn zur Wahrnehmung ihrer Aufgaben sind sie darauf angewiesen, den Sachverstand von Wissenschaftler/innen, zum Beispiel für Begutachtungen von Fördervorhaben, einzubinden und ihnen die Sicherung wissenschaftlicher Standards überlassen (Trute 1994, S. 619).

Braun selbst unterscheidet zwischen Förderorganisationen mit geringer, mittlerer und hoher Verselbstständigung und charakterisiert PT als erstere. Jedoch bleibt er in seiner Einordnung der PT nicht konsequent. Zum einen betont er 1993 das einseitige Kontrollverhältnis der PT zum BMBF und bezeichnet dieses als „master-servant“ Beziehung (Braun 1993a, S. 150), zum anderen nimmt er sie in seine Analyse der intermediären Systeme auf, obwohl er diesen als bedeutsame Eigenschaft ein symmetrisches Verhältnis zu Politik und den Adressaten der politischen Steuerung, im vorliegenden Fall der Wissenschaft, zuschreibt. Angewendet auf die Forschungsförderung würde dies bedeuten, dass PT die Expertise der Wissenschaftler/innen nicht einbeziehen könnten, wenn sie einseitig vom Ministerium kontrolliert würden. Diese einseitige Kontrolle ginge nach Braun mit einem Trade-Off einher: je mehr Kontrolle das Ministerium auf die PT ausübt, desto geringer fiele das Vertrauen der Wissenschaftler/innen in die PT aus und damit die Bereitschaft zusammenzuarbeiten. Braun beschreibt PT also selbst als Vermittlersysteme, obwohl er ihnen eine der wichtigsten Eigenschaften, die symmetrische Einbindung in das Delegationsverhältnis der Forschungsförderung, abspricht. Welche Position also nehmen die PT heute ein?

Brauns wie auch Gustons Konzept sollen im Weiteren an die PT Organisation angelegt werden. Der Fokus liegt dabei auf der von beiden betonten symmetrischen Einbindung der Förderorganisation in das Verhältnis von Politik und Wissenschaft. Sollte Brauns „master-servant“ Beschreibung auch heute noch zutreffend sein, müsste den PT die symmetrische Einbettung abgesprochen werden und der Ausgangshypothese, dass sich PT heutzutage als Vermittler zwischen Politik und Wissenschaft verstehen lassen, wäre widerlegt.

Zum Autonomiebegriff

Wenn es im Folgenden darum geht, die Annahme des Autonomiegewinnes der PT-Organisation gegenüber dem Wissenschaftsministerium zu überprüfen, muss zunächst das Verständnis von Autonomie geklärt werden. Dabei soll der Fokus auf drei Aspekten liegen: 1) Autonomie wird als Kontinuum verstanden, 2) Ver-

änderungen im Grad der Autonomie von Akteuren gehen auf veränderte Kontrollbedingungen zwischen (mindestens) zwei Akteuren zurück und 3) ein Weg zur Steigerung von Autonomie führt über eine Vervielfältigung von Abhängigkeiten.

„Autonomie lässt sich also definieren als der Grad der beim Akteur selbst liegenden Kontrolle über die Erreichung eigener Handlungsziele“ (Gläser und Schimank 2014, S. 43). Dieses Zitat verweist bereits auf die ersten zwei Schwerpunkte des Autonomieverständnisses dieser Arbeit. Zum einen wird von Autonomie als *der Grad* der Kontrolle gesprochen. Autonomie wird nicht als etwas Absolutes beschrieben. Das heißt, bestehende gegenseitige Abhängigkeiten zwischen (hier: kollektiven) Akteuren, wie PT-Organisation und BMBF, werden als gesetzt verstanden und stehen nicht im Widerspruch zur Zuschreibung von einem Zugewinn an Autonomie. Nach Czada ist autonom „wer die in sozialen Beziehungen *immer vorhandene* Abhängigkeit zum eigenen Vorteil nutzen kann“ (1991, 152 ff. Hervorhebung durch LK). Autonomie gilt folglich als Kontinuum, welches die Zuschreibung von *mehr* oder *weniger* trotz parallel bestehenden Abhängigkeiten erlaubt.

Der zweite bedeutsame Punkt von Gläser und Schimanks Definition ist der Verweis auf den *Kontrollbegriff*, da dieser – im Gegensatz zur abstrakten „Gradbestimmung“ – den Zugang zur Empirie erlaubt (vgl. Pfeffer und Salancik 2009). So ist die Frage nach der Autonomie der PT auch eine nach den Kontrollmöglichkeiten, die das BMBF hinsichtlich der Beeinflussung der Erreichung der Handlungsziele des PT besitzt. Gläser und Schimank unterscheiden „Arten von Einflusspotentialen (Gewalt, Ressourcen, Wissen), den Modus der Beeinflussung (interaktiv oder strukturell) und die beeinflusste Handlungskomponente (Ziele oder Vorgehensweisen zur Zielerreichung)“ (2014, S. 44) als die drei analytischen Dimensionen der Kontrollversuche. Lassen sich im Verhältnis von PT und BMBF Veränderungen hinsichtlich der Ausprägungen dieser drei Dimensionen beobachten, deutet dies auf einen veränderten Grad an Autonomie der PT hin.

Zuletzt zum Aspekt des Autonomieverständnisses, der für diesen Beitrag zur Verortung der PT zwischen Politik und Wissenschaft am bedeutsamsten ist⁵: Für die Bestimmung der Autonomiegrade von Akteuren reicht es nicht, den Blick auf eine lediglich dyadische Akteurskonstellation zu richten. Gerade eine Vielzahl von Abhängigkeiten eines Akteurs kann es diesem ermöglichen, die eigene Autonomie zu steigern. „Man kann einzelne dieser Abhängigkeiten eingehen und andere abwählen. Allein dieses Moment der Wahl von Abhängigkeiten ist eine Form von Autonomie“ (Stichweh 2014, S. 32). Dies deckt sich mit den bereits vorgestellten Konzepten der Grenzorganisation und Vermittlungssysteme, die – in Anwendung auf den vorliegenden Fall – das Verhältnis der Forschungsförderorganisation PT zum BMBF und zur geförderten Wissenschaft betrachten. Veränderte Abhängigkeiten zwischen PT und Wissenschaft können

5. Auf den Aspekt der Kontrollbedingungen nach Pfeffer und Salancik geht die Masterarbeit ein, auf der dieser Beitrag aufbaut.

damit auch auf ein verändertes Verhältnis des PT zum BMBF und dem angenommenen Autonomiegewinn hinweisen⁶. Dies macht im Folgenden den Schwerpunkt der Darstellung der Empirie aus.

Zugang zur Empirie

Aufgrund der geringen Literatur und vollständig fehlenden empirischen Arbeiten zu Projektträgern habe ich mich im ersten Schritt für einen explorativen Zugang zum Feld entschieden. Erst im Anschluss wird durch ein deduktives Vorgehen das Kontrollverhältnis von Ministerium und PT näher in den Fokus genommen. Die weiteren Ausführungen werden sich auf den explorativen Teil der Auswertungen konzentrieren.

Um mehr über das Verhältnis der PT zum Ministerium, und damit der Politik, und der Wissenschaft zu erfahren, wurde auf das Instrument der leitfadengestützten Interviews zurückgegriffen. In vier Gesprächen mit Abteilungsleitern/innen von privaten und öffentlichen PT wurden vier theoretisch hergeleitete Themenblöcke zum Wandel der Organisation, der Beziehung zu Auftraggebern/Kunden, zur Position einzelner im Feld der PT und zur Beziehung zur Wissenschaft angesprochen. Die Ebene der Abteilungsleitung ist bewusst gewählt worden, um Gesprächspartner/innen zu gewinnen, die einen Überblick über die gesamte Organisation besitzen, zugleich jedoch nah an der Arbeitspraxis der administrativen und fachlichen Mitarbeiter/innen sind. So sollte zum einen der Zugang zur Mesoebene hinsichtlich der Position der PT zwischen Politik und Wissenschaft gewonnen werden und zum anderen ein Einblick in die Mikroaushandlungen dieser Beziehungen und Grenzen. Die Interviewtexte wurde anschließend angelehnt an Mayrings qualitative Inhaltsanalyse (2008) kodiert, jedoch durch ein induktives Vorgehen, um dem explorativen Anspruch gerecht zu werden. Das Interesse lag hierbei auf wiederkehrenden Aspekten der Selbstbeschreibungen der PT, die sich auf das Verhältnis zum BMBF und zur Wissenschaft konzentrieren.

Im Zuge dieser Auswertungen sind zwei Themenkomplexe in den Blick geraten, die gemäß den Interviewpartnern/innen von enormer Bedeutung für die PT und ihr Verhältnis zur Umwelt gewesen sind: das Wachstum der PT-Organisationen innerhalb der letzten Jahrzehnte und die Einführung des Wettbewerbsverfahrens zur Vergabe von Projektträgerschaften. Beide haben zu einer „Verwissenschaftlichung“ der PT geführt und damit das Kontrollverhältnis zum BMBF wohl nicht aufgelöst, jedoch verschoben hin zu einer stärker beid- statt einseitigen Abhängigkeit.

6. Selbstverständlich ließe sich die Anzahl der zu beobachtenden Akteure und Abhängigkeitsverhältnisse auch für die PT beliebig erweitern. So ist beispielsweise auch ihr Verhältnis zu anderen Förderorganisationen interessant und nicht ohne Folgen für den Grad der Abhängigkeit bzw. Autonomie. Die Erfassung des gesamten Fördersystems der Wissenschaft kann an dieser Stelle jedoch nicht geleistet werden.

Wachstum der PT-Organisationen

Die Mittel des BMBF für die Programm- und Projektförderung haben seit dem Ende der 60er Jahre einen stetigen Anstieg erfahren und so die Unterstützung der ministeriellen Administration durch die PT notwendig gemacht. Dieser stetige Anstieg war jedoch nicht nur quantitativer, sondern auch qualitativer Natur. So wuchsen zum einen die Anzahl und der Umfang einzelner Projektträgerschaften, zum anderen veränderten sich die Erwartungen des Ministeriums hinsichtlich der von den PT zu leistenden Aufgaben. Neben dem Kern der PT-Arbeit, der fachlichen und administrativen Begleitung von Forschungsprojekten und -programmen traten Aufgaben wie „Innovationsbegleitung“, „Fachkommunikation und Evaluierung, Wirkungsanalysen und Gremienarbeit“ etc. Zudem veränderten sich die Reichweiten der geförderten Projekte. Der anfängliche Fokus auf anwendungs- und technologieorientierte Forschung erweiterte sich um Aspekte der Grundlagenforschung sowie um die Förderung „weicherer“ Disziplinen, wie den Geistes- und Sozialwissenschaften. Um diesen veränderten Umwelterwartungen gerecht zu werden, sind die PT zum einen in Form stetig steigender Mitarbeiter/innenzahlen gewachsen, zum anderen haben sie ihr Portfolio an Fachexpertise erweitern müssen.

Diese Entwicklungen machten es für die PT notwendig, vermehrt Mitarbeiter/innen aus dem Wissenschaftssystem zu rekrutieren. Wie es ein Befragter beschrieben hat, sind vermehrt Spezialisten statt „Allrounder“ gefragt. Zudem erfordern die vergleichsweise neuen Aufgaben der PT, wie Evaluationen, Fachkommunikation, Begleitanalysen etc., in erster Linie wissenschaftliches Wissen und wissenschaftliche Qualifikationen der Mitarbeiter/innen. All dies führte dazu, dass die PT zunehmend auf die Rekrutierung promovierter Wissenschaftler/innen setzen und sich das ehemalige 50:50 Verhältnis wissenschaftlich und administrativ qualifizierter Mitarbeiter/innen verschiebt zu einem größeren Anteil wissenschaftlicher.

Die Organisationsforschung (Scott und Davis 2007, s. bspw.) weist darauf hin, dass eine erhöhte technische Komplexität – als solche kann die Abnahme standardisierter, regulierter Aufgaben, wie die administrative Kontrolle von öffentlich geförderten Forschungsprojekten, zugunsten zunehmend auf wissenschaftliches Wissen basierter Aufgaben verstanden werden – als Folge veränderter Umwelterwartungen zu innerorganisationalen Strategien führen können. Diese können zum einen auf die Erhöhung der Komplexität der „performer“, also der Mitarbeiter/innen, als auch der Struktur abzielen. Die vermehrte Rekrutierung von ehemaligen Wissenschaftler/innen ist als solch eine Erhöhung der Komplexität der Performer zu verstehen. Aufgrund ihrer wissenschaftlichen Ausbildung wird ihnen neben dem spezifischen fachlichen Wissen eine allgemeine Problemlösekompetenzen zugeschrieben (vgl. Scott und Davis 2007, S. 147), die sie befähigt – um beim Fall zu bleiben – neben der inhaltlichen Projektkontrolle komplexe Analysen, Evaluationen und Beratung zu Fachthemen durchzuführen.

Auch der zweite Teil der organisationalen Strategie als Reaktion auf die gesteigerte Komplexität in Folge von veränderten Umwelterwartungen lässt sich bei den PT erkennen. Sie wählen innerorganisationale Strukturen, die es ihnen ermöglichen, mit der Komplexitätssteigerung umzugehen, Unsicherheiten zu reduzieren und die Koordinierung der Untereinheiten zu stärken. Wie die Befragten berichten, und so ist es auch anhand von Organigrammen ersichtlich, haben sich die PT im Laufe der Zeit intern in einzelne, lose gekoppelte Abteilungen ausdifferenziert. Dies schützt die Abteilungen vor den Unsicherheiten der jeweils anderen, zudem hilft diese Struktur, Interessenkonflikten, die durch die neue Vielfalt an Aufgaben entstanden sind, zu begegnen. So ist es offensichtlich konfliktträchtig, dass PT zum einen Förderprogramme ausarbeiten und betreuen und sie zum anderen evaluieren. Inwieweit Ausdifferenzierungen dieses Problem beseitigen oder doch nur eine Scheinlösung für die Umwelt darstellen, muss hierbei offengelassen werden. Entsprechende Differenzierungsstrategien werden jedoch berichtet und sind zu beobachten. Über alle PT hinweg fällt auf, dass sich die internen Ausdifferenzierungen an den fachlichen Inhalten, also den wissenschaftlichen Qualifikationen und Aufgabeninhalten der zugehörigen Mitarbeiter/innen, orientieren.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass es paradoxerweise gerade die Abhängigkeit der PT vom BMBF ist, welche diese zunehmend „verwissenschaftlicht“. Es ist zum größten Teil dieses Ministerium, welches jene Umwelt ausmacht, an deren Erwartungen sich die PT zu orientieren haben. Gerade diese Erwartungen haben quantitative und qualitative Veränderungen (Komplexitätssteigerung) erfahren, denen seitens der PT mit Strategien begegnet wird. So fangen veränderte Organisationsstrukturen und Rekrutierungsmuster die neuen Herausforderungen auf. Ohne eine spezifische Quelle für neues Personal wäre dies den PT nicht möglich: der Wissenschaft.

Einführung des Wettbewerbsverfahrens zur Vergabe von Projektträgerschaften

Die zweite schwerwiegende Veränderung für die PT mit Folgen für ihr Verhältnis zum BMBF und zur Wissenschaft war die Umstellung der Vergabe von Projektträgerschaften auf ein wettbewerbliches Verfahren. Zuvor hatten die privaten PT von einer Art „Inhouse“-Vergabe profitiert, die zu letztendlich unbefristeten Rahmenverträgen zwischen PT und BMBF-Referaten geführt haben, ohne jede Transparenz oder Kontrolle dieser Auftragsvergaben. Dies wurde, wie in den Interviews, nicht nur von den privaten PT kritisiert, sondern auch von externen Beobachtern, beispielsweise in einer Studie im Auftrag der Expertenkommission Forschung und Innovation (Polt et al. 2009). Diese Vergabep Praxis verhindere „konsequente Neuausrichtungen“ der Förderpolitik, weil weder dem Förderer (BMBF), noch dem Verwalter der Programme (PT) aufgrund der Erwartungssicherheit zwischen ihnen an Veränderungen gelegen wäre. 2011 kam es zur Einführung des offenen Wettbewerbs bei der Vergabe der öffentlichen Aufträge, die

Projektträgerschaften darstellen. Innerhalb des BMBF wurde dies mit dem Verweis auf die „geänderte rechtliche Rahmenbedingungen des Vergaberechtes [...] insbesondere die Rechtsprechung des Europäischen Gerichtshofes“ (Schavan 2011) begründet.

Dies hat zum einen die Umstellung auf formal gleiche Vergabebedingungen für alle Bewerber bedeutet und damit einen der größten Vorteile der öffentlichen gegenüber den privaten PT eingegeben. Zudem lässt sich mithilfe dieser Marktperspektive auf das Verhältnis von PT und BMBF einiges über dieses lernen, und zwar scheint sich die starke Kontrolle des BMBF über die PT auch mit der Umstellung nicht aufgelöst zu haben. Es zeigt sich jedoch erneut, dass sich PT zunehmen auf die wissenschaftlichen Qualifikationen ihrer Mitarbeiter/innen berufen, um im neu entstandenen Wettbewerb zu bestehen.

Die, trotz des Versuchs jene jahrelangen Abhängigkeiten aufzubrechen, weiterhin bestehende Dominanz des BMBF über die PT lässt sich an einer Vielzahl von Punkten verdeutlichen. So besteht der Markt an PT-Dienstleistungen schon allein deshalb, weil der Vorgänger des heutigen BMBF diesen geschaffen hat. Zudem bestimmt das Ministerium durch seine stark spezifische Nachfrage den Marktzugang der Anbieter von PT-Diensten. Nur wenige Organisationen können die Nachfrage des BMBF nach der für die öffentliche Verwaltung (Vergabe- und Zuwendungsrecht) notwendigen Expertise bei gleichzeitig breitem Fachwissen bedienen. Mit den Worten eines Befragten: „Das ist nicht so, dass man jetzt eben sagt 'Ups, ich mach heute mal Projektträger oder so.'“ Dies hält zum einen den Markt klein, zum anderen erschwert dies die Emanzipation der PT vom BMBF, denn neben wenigen Anbieter dieser doppelten Expertise gibt es auch wenig Nachfrage nach eben jener. So bleibt das BMBF die Haupteinnahmequelle der PT. Anhand der Vergabe von IT-Dienstleistungsaufträgen durch öffentliche Einrichtungen in den USA hat Kelman (1990) darauf hingewiesen, dass die Orientierung der öffentlichen Auftragsvergabe an den Prinzipien der Transparenz, Fairness des Wettbewerbs, sowie der Effizienz im Gegensatz zur privaten Auftragsvergabe solch eine Zuspitzung erfahren hat, dass die öffentliche Hand letztendlich bei der Selektion der Auftragsgeber auf den Vorteil vorangegangener Erfahrungen mit entsprechenden Anbietern verzichten. Damit würden sie zum einen abhängig von den Selbstbeschreibungen und Qualitätsnachweisen der Bieter, zum anderen verschwinden so Anreize für die Auftragnehmer qualitativ hochwertige Leistungen zu erbringen, da diese eben nicht zwingend durch weitere Aufträge in der Zukunft belohnt würden. Aufgrund der geringen Anzahl an Anbietern von PT-Leistungen ist dieses von Kelman beobachtete Problem im vorliegenden Fall nicht wiederzufinden. Im Gegenteil zeigen Calzolari und Spangnolo (2010), dass öffentliche Einrichtungen ihre Position gegenüber Anbietern gerade dadurch stärken, dass sie das Ausmaß des Wettbewerbs durch die Beschränkung der Anzahl der Wettbewerber eingrenzen, um so schlechte Leistungen mit dem Ausschluss aus dem Wettbewerb sanktionieren zu können. Die gleiche Dynamik gilt auch für den PT-Markt. Außerdem sind die Aufträge der

Programmentwicklung, -implementierung und -betreuung weiterhin so eng verzahnt, dass die engen Beziehungen zwischen PT und BMBF-Referaten auch heute noch bestehen, nur anders legitimiert werden müssen.

Es scheint also, als hätte die Umstellung des Vergabeverfahrens nicht viel an der kritisierten engen Beziehung von PT und BMBF geändert. Doch diese Einschätzung ist zu einseitig. Weniger unmittelbar empirisch beobachtet als vielmehr als Hypothese theoretisch hergeleitet, wird angenommen, dass die gestiegene Heterogenität der Förderprogramme und damit verknüpfte fachliche Diversifizierung der PT-Organisationen bei gleichzeitiger Spezialisierung ihrer Mitarbeiter/innen die Selektion der Auftragnehmer für das BMBF erschwert hat. Die anfängliche Spezialisierung der PT basierend auf der Zuordnung zur Trägerorganisation, wie beispielsweise dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt, ist nicht mehr ohne weiteres möglich – das BMBF hat ein zunehmendes Informationsdefizit. Zudem erschwert die gesteigerte Komplexität der PT-Dienstleistungen die Bewertung ihrer Leistung durch das BMBF. So lässt sich die Betreuung technologieorientierter Forschung leichter anhand eines Outputs messen, beispielsweise an Produkten, als es bei den Sozialwissenschaften oder der Grundlagenforschung der Fall ist. Eben jene Leistungsbewertung bzw. das Signalisieren von Leistung müsste durch den Wettbewerb jedoch wichtiger und ausschlaggebend für zukünftige Vergaben geworden sein. Dies führt dazu, dass diese Nachweise von Qualifikationen stärker aktiv durch den PT signalisiert werden müssen und es ist anzunehmen, dass gerade jene, „traditionellen“ PT-Kompetenzen, wie die öffentliche Administration, zu standardisierter Natur sind, um zur Leistungsdifferenzierung zwischen den PT beizutragen. Es besteht also die Hypothese, dass es zunehmend die wissenschaftlichen Qualifikationen der PT-Mitarbeiter/innen sind, die zur Abgrenzung von Konkurrenten dienen. Zudem gibt es zwar nur wenige Anbieter von PT-Dienstleistungen im engen Sinne der fachlichen und administrativen Projektbegleitung und -kontrolle. Durch die Einführung des Wettbewerbes und die Vervielfältigung der Anforderungen des BMBF sind jedoch auch Märkte um die neuen Aufgaben der PT entstanden, auf denen sie zuweilen nicht nur miteinander, sondern sogar mit Hochschulen um Aufträge konkurrieren, beispielsweise für Evaluationen, wissenschaftliche Begleitforschung etc. Diese neue Form des Konkurrenzdruckes unmittelbar aus dem Wissenschaftssystem heraus zwingt die PT noch stärker dazu, vergleichbare Expertise vorzuhalten und sich entsprechend promoviertes Personal ins Haus zu holen. Sie konkurrieren dadurch auch auf dem Arbeitsmarkt um jene Wissenschaftler/innen und müssen ihnen entsprechend ein Arbeitsumfeld bieten, dass die speziellen Bedürfnisse und Interessen der Profession bedient.

Mit Blick auf die zweite große Veränderung innerhalb des PT-Systems, der Einführung der wettbewerblichen Vergabe von Projektträgerschaften, sind folglich zwei spannende Aspekte für die Verortung der PT zwischen Politik und Wissenschaft aufgefallen. So ist zum einen offensichtlich, dass die PT durchaus nach wie vor extrem stark von den Ressourcen und damit der Nachfrage des BMBF abhängen. Aufgrund der Marktdominanz des Ministeriums kann sie die PT und

deren Wettbewerbsumfeld mit Blick auf die klassischen PT-Aufgaben steuern. Zugleich hat der Wettbewerb gepaart mit neuen Aufgabenfeldern der PT dazu geführt, dass diese vermehrt auf Wissenschaftler/innen zurückgreifen müssen, um mit deren Qualifikationen Wettbewerbsvorteile zu erzielen und um sich so nicht nur gegen ihre unmittelbaren PT-Konkurrenten, sondern auch gegen neue Wettbewerber, wie wissenschaftliche Einrichtungen, durchsetzen zu können.

Fazit

Nach diesen Auswertungsergebnissen kann die Ausgangshypothese, dass Brauns Charakterisierung der PT als „servant“ des „masters“ BMBF der aktuellen Funktion der PT nicht gerecht wird, bestätigt werden. Die einseitige Leistungserfüllung der PT gegenüber der Politik ist erweitert worden um eine zunehmend stärker werdende Referenz auf das Wissenschaftssystem. Gerade die gestiegene Heterogenität der öffentlichen Projektförderung hat die Weiterentwicklung der PT hinsichtlich ihrer fachlichen Expertise notwendig gemacht, ihre Mitarbeiter/innenrekrutierung stark auf Wissenschaftler/innen umgestellt und sie so „verwissenschaftlicht“. Vor allem, weil die PT ihre Existenz dem Steuerungsanspruch des Ministeriums verdanken, haben sie es im Rahmen der Förderverwaltung mit widersprüchlichen Logiken (des Rechts, der Politik, der Wissenschaft) zu tun, so dass die Vermittlung zwischen diesen zu ihrer Kernfunktion gehört. Nichtsdestotrotz kann mit Blick auf Braun und Guston das Verhältnis von PT zu Politik und Wissenschaft noch immer nicht als symmetrisches beschrieben werden, da die PT existentiell abhängig bleiben von den Ressourcen des Ministeriums. Die Abhängigkeiten haben sich jedoch vervielfältigt und sind heute vielseitig. So sind die PT zugleich abhängig von der Wissenschaft, dessen „Nachwuchs“ und Wissen für die Leistungserfüllung notwendig geworden sind. Zudem scheint es heute für das Ministerium unmöglich, auf die „Manpower“ und spezielle Form der doppelten Expertise (administrativ und fachlich) der PT zu verzichten. Des Weiteren sinkt die Kontrollfähigkeit des Ministeriums gegenüber den PT zunehmend aufgrund wachsender Informationsdefizite. Starke Abhängigkeiten der PT vom BMBF bestehen folglich weiter, haben jedoch umfassende qualitative Veränderungen erfahren und wurden (mindestens) um eine gestiegene Abhängigkeit von der Wissenschaft ergänzt. Ganz im Sinne Stichwehs erfolgte eine Zunahme der Autonomie der PT über die Vervielfältigung von Abhängigkeiten.

Abschließend muss also nach einer Überarbeitung der Konzepte der Grenzorganisationen und Vermittlersysteme gefragt werden. Sie stellen die Symmetrie der triadischen Beziehung in den Mittelpunkt und machen diese zum wichtigen Bestandteil der Definition ihrer Konzepte. Die vorliegende Arbeit konnte jedoch zeigen, dass Vermittlungsleistungen auch ohne diese Symmetrie möglich sind. Es fehlt der Theorie folglich an Kriterien, um das „Gelingen“ der Vermittlungsleistung zu definieren. Denkbar wäre eine Typologie von Grenzorganisationen, die sich hinsichtlich ihrer Grenzarbeit durchaus in ihrer Beziehung

zu den Seiten der Grenze unterscheiden. Braun hatte diese Differenzierung bereits mit der Typologie von Vermittlungssystemen mit verschiedenen Verselbstständigungsgraden versucht, konnte die überholte Bedingung der Symmetrie als Erfolgsbedingung für die Vermittlung jedoch noch nicht durch andere Erfolgsbedingungen ersetzen. Leider kann dies auch die vorliegende Arbeit nicht leisten. Diese konnte jedoch die Lücke in Gustons und Brauns Ausführungen an dem empirischen Fall der PT sichtbarmachen und im Zuge dessen den aktuellen Kenntnisstand zu dieser von der Forschung vernachlässigten Förderorganisation erweitern.

Literaturverzeichnis

Braun, Dietmar (1993a): Who Governs Intermediary Agencies? Principal-Agent Relations in Research Policy-Making. In: *Journal of Public Policy* 13 (02), S. 135. DOI: 10.1017/S0143814X00000994.

Braun, Dietmar (1993b): Politische Steuerungsfähigkeit in intermediären Systemen am Beispiel der Forschungsförderung. Köln (MPIFG Discussion Paper). Online verfügbar unter http://pubman.mpdl.mpg.de/pubman/item/escidoc:1235832:3/component/escidoc:2237008/mpifg_dp93_3.PDF, zuletzt geprüft am 06.05.2016.

Braun, Dietmar (1997): *Die politische Steuerung der Wissenschaft. Ein Beitrag zum „kooperativen Staat“*. Univ., Habil-Schr.--Heidelberg, 1995. Frankfurt/Main: Campus-Verl. (Schriften aus dem Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung Köln, 28).

Braun, Dietmar; Guston, David H. (2003): Principal-agent theory and research policy. An introduction. In: *Science and Public Policy* 30 (5), S. 302–308. DOI: 10.3152/147154303781780290.

Bundesministerium der Finanzen: Gesetz über die Feststellung des Bundeshaushaltsplans für das Haushaltsjahr 2012 (Haushaltsplan 2012), zuletzt geprüft am 25.06.2015.

Bundesministerium der Finanzen (21.12.2105): Bundeshaushaltsplan 2016, zuletzt geprüft am 23.12.2016.

Calzolari, Giacomo; Spangnolo, Giancarlo (2010): Relational Contracts and Competitive Screening. In: *CEPR Discussion Paper* (7434), zuletzt geprüft am 14.12.2015.

Czada, Roland (1991): Regierung und Verwaltung als Organisatoren gesellschaftlicher Interessen. In: Hans-Hermann Hartwich und Göttrik Wewer (Hg.): *Regieren in der Bundesrepublik III. Systemsteuerung und „Staatskunst“*. Wiesbaden, s.l.: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 151–173.

Gläser, Jochen; Schimank, Uwe (2014): Autonomie als Resistenz gegen Beeinflussung. Forschungshandeln im organisatorischen und politischen Kontext. In: Martina Franzen, Arlena Jung, David Kaldewey und Jasper Korte (Hg.): *Autonomie revisited. Beiträge zu einem umstrittenen Grundbegriff in Wissenschaft, Kunst und Politik*. Weinheim: Beltz Juventa (Zeitschrift für theoretische Soziologie, 2). Online verfügbar unter 41-61, zuletzt geprüft am 28.05.2017.

Guston, David H. (1999): Stabilizing the Boundary between US Politics and Science: The Role of the Office of Technology Transfer as a Boundary Organization. In: *Social Studies of Science* 1 (29), S. 87–111.

Guston, David H. (2000): *Between politics and science. Assuring the integrity and productivity of research*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.

- Kelman, Steven (1990): *Procurement and public management. The fear of discretion and the quality of government performance*. Washington, DC: AEI Pr.
- Mayntz, Renate; Scharpf, Fritz W. (1990): Chances and Problems in the Political Guidance of Research Systems. In: Helmar Krupp (Hg.): *Technikpolitik angesichts der Umweltkatastrophe*. Heidelberg: Physica-Verl., S. 61–83.
- Mayring, Philipp (2008): *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. Literaturverz. S. 128 - 135. 10., neu ausgestattete Aufl. Weinheim: Beltz.
- Pfeffer, Jeffrey; Salancik, Gerald R. (2009): *The external control of organizations. A resource dependence perspective*. [Nachdr.]. Stanford, Calif.: Stanford Business Books (Stanford business classics).
- Polt, Wolfgang; Berger, Martin; Boekholt, Patries; Cremers, Katrin; Engeln, Jürgen; Gassler, Helmut et al. (2009): *Das deutsche Forschungs- und Innovationssystem. Ein internationaler Systemvergleich zur Rolle von Wissenschaft, Interaktionen und Governance für die technologische Leistungsfähigkeit. Studien zum deutschen Innovationssystem*. Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH; Technopolis Group; Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW). Wien, Brighton/ Amsterdam.
- Schavan, Annette (2011): Umstellung der PT Vergabe auf freien Wettbewerb. Berlin, 09.02.2011. Brief an Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des BMBF.
- Scott, William Richard; Davis, Gerald F. (2007): *Organizations and organizing. Rational, natural, and open system perspectives*. Pearson internat. ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- Stichweh, Rudolf (2014): Paradoxe Autonomie. Zu einem systemtheoretischen Begriff der Autonomie von Universität und Wissenschaft. In: Martina Franzen, Arlena Jung, David Kaldewey und Jasper Korte (Hg.): *Autonomie revisited. Beiträge zu einem umstrittenen Grundbegriff in Wissenschaft, Kunst und Politik*. Weinheim: Beltz Juventa (Zeitschrift für theoretische Soziologie, 2), S. 29–40, zuletzt geprüft am 28.05.2017.
- Stucke, Andreas (1993): *Institutionalisierung der Forschungspolitik. Entstehung, Entwicklung und Steuerungsprobleme des Bundesforschungsministeriums*. Frankfurt/Main: Campus-Verl. (Schriften des Max-Planck-Instituts für Gesellschaftsforschung, Köln, 12).
- Trute, Hans-Heinrich (1994): *Die Forschung zwischen grundrechtlicher Freiheit und staatlicher Institutionalisierung. Das Wissenschaftsrecht als Recht kooperativer Verwaltungsvorgänge*. Tübingen: Mohr (Jus publicum, 10).



Laura Voss, 2017-05-07

Collage

Konflikte um Technisches als Ansatzpunkte für eine Biografie der Technik

Andie Rothenhäusler

1. Einleitung

Es mag verwundern, wenn ich im Zusammenhang mit Technik von einer Biografie spreche; im Allgemeinen ist dieses Format Personen vorbehalten und beschreibt nur selten einen Zeitabschnitt, der ein Jahrhundert überschreitet. Im Gegensatz dazu begleitet Technisches den Menschen schon seit der Entstehung unserer Spezies vor etwa 200.000 Jahren; tatsächlich zeugen unsere aus anthropologischer Perspektive zierlichen Kiefer davon, dass wir nur die letzten in einer ganzen Reihe von Hominiden sind, die Feuer und Werkzeuge verwendeten, und dass Techniknutzung also schon vor dem Homo sapiens begann. Die Untrennbarkeit von Mensch und Werkzeuggebrauch verleitet jedoch mitunter zu der Annahme, dass Menschen über Jahrtausende hinweg auf ähnliche Art und Weise über Technik nachdachten oder sie kritisierten und sich bei ihrer Betrachtung, Beurteilung und Bewertung kulturelle Konstanten feststellen lassen, die ein modernes Verständnis „der“ Technik spiegeln.

Konträr dazu argumentiert der vorliegende Aufsatz, dass nicht nur der Begriff „Technik“, sondern auch unser Verständnis von ihr noch relativ „jung“ sind, sich erst in den letzten 150 Jahren begriffs- und ideengeschichtlich herausgebildet haben und immer wieder Um- und Neudeutungen unterworfen waren. Menschen haben offensichtlich über Jahrtausende hinweg technische Geräte und Verfahrensweisen konzipiert, angefertigt und eingesetzt; sie verzichteten jedoch den größten Teil dieser Zeit auf eine sprachliche wie konzeptuelle Metaebene, mit der sich all das, was wir heute als „die“ Technik bezeichnen, zusammenfassen ließ – was möglicherweise bedeutet, dass sie noch kein abstrahierendes Verständnis von einer Gemeinsamkeit hatten, die alle Geräte und Verfahrensweisen verbindet. Erst mit dem Beginn der technischen Hochmoderne im späten 19. Jahrhundert schien es diskursiv sinnvoll zu werden, eine einheitliche Oberkategorie zu etablieren, die alles Technische umfasst. Der neue kategoriale Begriff „Technik“ trat an die Stelle von Proto-Technik-Begriffen wie „*machina*“, „Maschinenwesen“ oder „Maschinerie“ und wurde schnell zu dem, was der Diskurshistoriker Achim Landwehr als eine Wirklichkeit bezeichnete, „der man nicht mehr ansehen kann, dass sie historisch entstanden und alles andere als naturnotwendig ist“.¹

1. Landwehr, Achim: *Historische Diskursanalyse*, Frankfurt/Main 2009, 19.

Aus historisch-semantischer Perspektive sind Begriffsneubildungen und der Bedeutungswandel von Begriffen nichts Triviales, sondern erfahren eine Bewertung als „Faktoren wie Indikatoren geschichtlichen Wandels“ bzw. „als sprachförmig kondensierte Antworten auf spezifische historische Herausforderungen“.² Konkret bedeutet dies, dass der (Neu-)Gebrauch von Begriffen immer in Reaktion auf Veränderungen der wahrgenommenen Wirklichkeit und der diskursiven Grundlagen einer Gesellschaft erfolgt, also nicht nur eine semantische, sondern auch eine ideelle Transformation anzeigt. Die relativ späte Genese des Technikbegriffs wurde im Laufe des letzten Jahrhunderts immer wieder kritisch bemerkt³ und neben einer umfangreichen Behandlung im englischsprachigen Raum (u.a. von Leo Marx, Ruth Oldenziel und Erik Schatzberg)⁴ gibt es auch in Deutschland von Martina Heßler und Marcus Popplow Forschungsansätze dazu, dass seine Etablierung nicht nur mit einem Wechsel des Sprachgebrauchs, sondern auch einem Wechsel des Weltbildes einherging.⁵ Mein Ziel ist es, einige Versatzstücke zum besseren Verständnis jener ideellen Transformation zu liefern, die sich aus einer Betrachtung von Konflikten der Frühindustrialisierung ergeben. Ausgangspunkt ist die Hypothese, dass erst mit der begrifflichen und inhaltlichen Etablierung des Begriffs „Technik“ auch ein Deutungsmuster entstand, nach dem Konflikte, die sich um Technisches drehen, als abstrakte Ablehnung des technischen Fortschritts an sich und als Teil einer jahrtausendealten „Kritik am technischen Fortschritt“⁶ interpretiert werden konnten – dass also erst mit einem Konzept von Technik die Zerstörung eines Webstuhls als „antitechnisch“ verstanden werden konnte.

2. Maschinenstürmer als Trope des Technikdiskurses der 1980er Jahre

Mein aktuelles Forschungsthema ist die Debatte um Technikfeindlichkeit, die in den 1970er und 1980er Jahren in der Bundesrepublik geführt wurde. In dieser

-
2. Kollmeier, Kathrin: Begriffsgeschichte und Historische Semantik, Version 2.0, in: *Docupedia-Zeitgeschichte*, 29.10.2012, http://docupedia.de/zg/Kollmeier_begriffsgeschichte_v2_de_2012 [31.03.2017].
 3. Vgl. Diesel, Eugen: *Das Phänomen der Technik. Zeugnisse, Deutung und Wirklichkeit*, Leipzig-Berlin 1939; Dessauer, Friedrich: *Streit um die Technik*, Basel, Freiburg, Wien 1959; Seibicke, Wilfried: *Technik: Versuch einer Geschichte der Wortfamilie um 'Techne' in Deutschland vom 16. Jahrhundert bis etwa 1830*, Düsseldorf 1968.
 4. Vgl. Marx, Leo: The Idea of “Technology” and Postmodern Pessimism, in: Ezrahi, Yaron u.a. (Hrsg.), *Technology, Pessimism, and Postmodernism*, Dordrecht 1994, 11–28; Oldenziel, Ruth: *Making technology masculine. Men, women and modern machines in America, 1870-1945*, Amsterdam 1999; Nye, David E.: *Technology matters. Questions to live with*, Cambridge MA 2007; Schatzberg, Erik: Technik Comes to America: Changing Meanings of Technology before 1930, in: *Technology and Culture*, Vol. 47 (2006), 486–512; Marx, Leo: Technology. The Emergence of a Hazardous Concept, in: *Technology and Culture*, Vol. 51 (2010), 561–577.
 5. Vgl. Popplow, Marcus: *Neu, nützlich und erfindungsreich. Die Idealisierung von Technik in der frühen Neuzeit*, Münster, New York, München, Berlin 1998, 6–8; Heßler, Martina: *Kulturgeschichte der Technik*, Frankfurt am Main 2012, 15f.
 6. Roser, Thomas; Schlaffke, Winfried (Hrsg.): *Jugend und Technik*, Köln 1983, 13.

Zeit wurde in der bundesdeutschen Politik, in der Wissenschaft und in den Medien breit diskutiert, ob die Ablehnung von Technik und technischem Fortschritt in der Bevölkerung – und hier vor allem in der Jugend – zunehmen würde.⁷ Die Konfliktlinien in der Debatte verliefen in der Politik größtenteils zwischen CDU/CSU, FDP und Arbeitgeberverbänden, welche vor einer zunehmenden Technikfeindlichkeit warnten, und zwischen den Grünen, der SPD und den Gewerkschaften, denen eine solche vorgeworfen wurde.⁸ Die Technikfeindlichkeitsdebatte kann als diskursive Reaktion auf konkrete Ereignisse der Vorjahre verstanden werden, etwa das Erstarken der neuen sozialen Bewegungen, die großflächigen Proteste gegen technische Großprojekte wie etwa in Wyhl, Brokdorf oder an der Startbahn West seit Mitte der 1970er Jahre, der Einzug der Grünen in verschiedene Länderparlamente und den Bundestag sowie die von verschiedenen Berufsverbänden diagnostizierte Abnahme der Zahl von Studienanfängern in technikwissenschaftlichen Studiengängen zu Beginn der 1980er Jahre.⁹ Sie lässt sich jedoch auch im ideengeschichtlichen Kontext der Bundesrepublik nach 1945 verstehen, da bei ihr auch der aufkommende Umweltdiskurs, eine zunehmende kritische Wahrnehmung der technischen Moderne in Philosophie und Sozialwissenschaften¹⁰ sowie eine ideelle Vereinnahmung des technischen Fortschritts durch den deutschen Konservatismus ab Ende der 1960er Jahre eine Rolle spielten.¹¹

Schließlich finden sich in der Technikfeindlichkeitsdebatte zahlreiche argumentative Rückgriffe auf frühere Konflikte der Industrialisierung wie etwa die Aufstände der Ludditen und Maschinenstürmer zu Beginn des 19. Jahrhunderts.

-
7. Vgl. Rothenhäusler, Andie: Die Debatte um die Technikfeindlichkeit in der BRD in den 1980er Jahren, in: *Technikgeschichte* 80, 4/2013, 273–294.
 8. Wobei Vorwürfe der Technikfeindlichkeit auch innerhalb von SPD und Gewerkschaften zu finden sind, etwa gegenüber den Jungsozialisten. Vgl. Görlach warnt die Jusos, in: *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 04.05.1981, 29. Es muss zudem berücksichtigt werden, dass die erste Warnung vor Technikfeindlichkeit im Deutschen Bundestag in einer Regierungserklärung des SPD-Bundeskanzlers Helmut Schmidt auftaucht. Vgl. Schmidt, Helmut: Angst ist ein Gegner der Demokratie. Auszüge aus Regierungserklärung und Energiedebatte, in: *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 05.07.1979, 4.
 9. Exemplarisch für eine große Varietät von Zeitungsartikeln dazu: Hamburger Wissenschaftler: Jugend hat Angst vor der Technik, in: *Hamburger Abendblatt*, 23.06.1979; Der Traumberuf Lokführer gehört der Vergangenheit an. Junge Menschen gehen auf Distanz zur Technik, in: *Hamburger Abendblatt*, 25.06.1979; Wie technikfeindlich ist die Jugend? in: *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 04.05.1981.
 10. Aus einer Vielzahl von Titeln zu nennen: Horkheimer, Max; Adorno, Theodor W.: *Dialektik der Aufklärung. Philosophische Fragmente*, Frankfurt am Main 1969; Habermas, Jürgen: *Technik und Wissenschaft als „Ideologie“*, Frankfurt am Main 1971; Fetscher, Iring: *Überlebensbedingungen der Menschheit - zur Dialektik des Fortschritts*, Konstanz 1976; Jonas, Hans: *Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation*, Frankfurt am Main 1979; Anders, Günther: *Die Antiquiertheit des Menschen*. Bd. 2, Über die Zerstörung des Lebens im Zeitalter der dritten industriellen Revolution, München 1980; Beck, Ulrich: *Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne*, Frankfurt am Main 1986.
 11. Zum sog. „technokratischen Konservatismus“ vgl. Greiffenhagen, Martin: *Das Dilemma des Konservatismus in Deutschland*, München 1971 bzw. Hansen, Klaus: Politische „Erneuerung“ aus dem Geist des technokratischen Konservatismus?, in: Kogon, Eugen (Hrsg.), *Die Ausichten der Republik*, Frankfurt am Main 1980, 39–48.

So finden die Maschinenstürmer namentlich Erwähnung im Titel einer Broschüre der Jusos von 1977 zur Anti-AKW-Bewegung;¹² tauchen bei der Eröffnung einer Textilmesse 1983 in einer Rede des Frankfurter Oberbürgermeisters zur zunehmenden Technikfeindlichkeit auf;¹³ und auf einer Parteitage-Rede war es dem SPD-Vorsitzenden Willy Brandt 1984 wichtig, zu betonen, dass die SPD „nicht in der Tradition von Maschinenstürmern“ stehe.¹⁴ Dieser Rückgriff auf die Maschinenstürmer stellte kein neues Phänomen dar; gerade der deutschen Arbeiterbewegung und den Gewerkschaften wurde das gesamte 20. Jahrhundert über immer wieder vorgeworfen, „Maschinenstürmer“ zu sein, was zu regelmäßigen Distanzierungen von Seiten der Adressierten führte.¹⁵ In der Debatte der 1980er Jahre taucht dieses Argumentationsmuster immer wieder auf, wenn etwa Proteste gegen Atomkraftwerke, die Gründung von Umweltinitiativen oder die Arbeitskämpfe im Druckereigewerbe als „Maschinenstürmerei“ abgetan wurden.¹⁶

Für mein Forschungsprojekt bot es sich insofern an, auch die Konflikte der Frühindustrialisierung unter die Lupe zu nehmen, da sie – oder zumindest ihre moderne Interpretation – oft ein argumentatives Framework für die Debatte der 1980er Jahre boten.

3. Die Neuinterpretation sozialer Aufstände als antitechnische Revolte

Im außerwissenschaftlichen Kontext werden Ludditen, aufständische Weber und Maschinenstürmer oft als prototypische Technikfeinde wahrgenommen, was auch daran liegen mag, dass ihnen sogar in der Geschichtswissenschaft lange Zeit „ein primitiver Haß gegen die Maschine, der sich manchmal auch in der Zertrümmerung von Webstühlen, Dampfmaschinen und Eisenbahnen äußerte“, unterstellt wurde, der „Ausdruck eines antitechnischen Ressentiments“¹⁷ gewesen sei. Analog zur Verwendung des Begriffs „Maschinenstürmer“ in aktuellen Debatten

12. Jungsozialisten in der SPD: *Bürgerinitiativen: Maschinenstürmer oder politischer Rettungsanker?* Bonn 1977.

13. Zitat „Maschinenstürmerei hat noch nie zu mehr Menschlichkeit und Lebensqualität geführt“. Zitiert nach: Appell zum Abbau von Handelsschranken. Vielsprachiges Lob für die Fachmesse zum Auftakt der 50. Interstoff, in: *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 01.11.1983, 32.

14. Zitiert nach: Schlottau, Klaus: Maschinenstürmer gegen Frauenerwerbsarbeit: Dea ex machina, in: Meyer, Torsten; Popplow, Marcus (Hrsg.), *Technik, Arbeit und Umwelt in der Geschichte*. Günter Bayerl zum 60. Geburtstag, Münster 2006, 111–132, 113.

15. Vgl. Wulf, Hans Albert: „Maschinenstürmer sind wir keine“. *Technischer Fortschritt und sozialdemokratische Arbeiterbewegung*, Frankfurt/Main 1988.

16. Zu letzteren vgl. Uhl, Karsten: Maschinenstürmer gegen die Automatisierung? Der Vorwurf der Technikfeindlichkeit in den Arbeitskämpfen der Druckindustrie in den 1970er und 1980er Jahren und die Krise der Gewerkschaften, in: *Technikgeschichte* 82, 2/2015, 157–179.

17. Beide Zitate Schraepler, Ernst: Geheimbündelei und die Anfänge einer deutschen Arbeiterbewegung, in: *Beihefte zur Internationalen wissenschaftlichen Korrespondenz zur Geschichte der deutschen Arbeiterbewegung* 2, Berlin 1975, zitiert nach: Henkel, Martin; Taubert, Rolf: *Maschinenstürmer. Ein Kapitel aus der Sozialgeschichte des technischen Fortschritts*. Frankfurt am Main 1979, 17.

in Deutschland ist auch im modernen Englisch „luddite“ die generelle Bezeichnung für einen Gegner neuer Technologien geworden¹⁸ und wurde in dieser Bedeutung auch von C.P. Snow bei seiner Fundamentalkritik der Geisteswissenschaften verwendet.¹⁹

Eine differenziertere Bewertung erhielten die Ludditen in der britischen Sozialgeschichte ab den 1950er Jahren, wobei die entsprechende Forschung durch marxistische Historiker wie Eric Hobsbawm und E.P. Thompson²⁰ vorangetrieben und ab Ende der 1970er Jahre auch von Autoren in der Bundesrepublik aufgegriffen und für Maschinenstürme in deutschen Ländern modifiziert wurde.²¹ Danach seien Maschinenzerstörungen in der Frühindustrialisierung vor allem sozial motiviert gewesen und nicht aus „primitivem Hass“ gegen Maschinen, sondern zur Durchsetzung konkreter Anliegen durchgeführt worden: In einer Zeit ohne nennenswerte Arbeiterbewegung und ohne tariflichen Ausgleich stellte der Aufstand eines der wenigen Mittel dar, um Fabrikherren und Verleger zum Verhandeln mit den von ihnen angestellten Webern und Strumpfwirkern zu zwingen oder den Einsatz von Streikbrechern zu sanktionieren, wofür Eric Hobsbawm den Begriff des „collective bargaining by riot“²² („Tarifverhandlung durch Aufstand“) prägte. Die dabei ausgeübte Gewalt wurde vergleichsweise strategisch eingesetzt:

Der Verleger sollte mit der Zerstörung seines Eigentums unter Druck gesetzt werden. Man vernichtete daher Rohstoffe, Fertigprodukte, Haushaltsgegenstände oder eben auch Maschinen – alles was dem Verleger Schaden zufügte. Häufig wurde auch sein Haus angezündet, während es bemerkenswert selten zu Übergriffen auf Personen kam.²³

Auch die Annahme, dass sich Ausschreitungen gegen Maschinen vor allem dann ereigneten, wenn eine neue Technologie eingeführt wurde, trifft nur eingeschränkt zu: So wurden bei Maschinenstürmen oft Maschinen zerstört, die der Verleger als Eigentümer an Arbeiter verpachtete und mit denen sie im täglichen Umgang vertraut waren.²⁴

18. „Luddite [...] a person who is opposed to new technology or working methods”. Hornby, A. S. u.a. (Hrsg.): *Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English*, Oxford-Berlin 2004, 767.

19. „Intellectuals, in particular literary intellectuals, are natural Luddites.” Snow, C. P.: *The Two Cultures*. With an Introduction by Stefan Collini, 15. Auflage, New York 2012, 22.

20. Vgl. Hobsbawm, E. J.: *The Machine Breakers*, in: *Past and Present*, Vol. 1 (1952), 57–70; Thompson, E. P.: *The Making of The English Working Class*, New York 1966; Thomis, Malcolm I.: *The Luddites. Machine-Breaking in Regency England*, Newton Abbot 1970.

21. Vgl. Henkel, Martin; Taubert, Rolf: *Maschinenstürmer. Ein Kapitel aus der Sozialgeschichte des technischen Fortschritts*, Frankfurt am Main 1979; Siefert, Rolf Peter: *Fortschrittsfeinde? Opposition gegen Technik und Industrie von der Romantik bis zur Gegenwart*, München 1984; Wulf, Hans Albert: *„Maschinenstürmer sind wir keine“. Technischer Fortschritt und sozialdemokratische Arbeiterbewegung*, Frankfurt/Main 1988.

22. Hobsbawm, E. J.: *The Machine Breakers*, in: *Past and Present*, Vol. 1 (1952), 57–70, 59.

23. Siefert, Rolf Peter: *Fortschrittsfeinde? Opposition gegen Technik und Industrie von der Romantik bis zur Gegenwart*, München 1984, 70.

24. Siefert, Rolf Peter: *Fortschrittsfeinde? Opposition gegen Technik und Industrie von der Romantik bis zur Gegenwart*, München 1984, 70.

Parallelen zwischen Ludditen und Maschinenstürmern und modernen Auseinandersetzungen um Technik zu ziehen ist also schon deshalb problematisch, da die Motivation von ersteren inzwischen deutlicher differenzierter gesehen wird, sie also wenig als Projektionsfläche für eine primitive Technikfeindlichkeit taugen.²⁵ Es gibt jedoch einen weiteren, etwas weniger beachteten Aspekt, der eine solche Gleichsetzung sinnlos erscheinen lässt:

- Im politischen Diskurs der 1980er Jahre ist Technik als Thema quasi allgegenwärtig: Politische Parteien fordern in ihren Programmatiken eine Technik, „die nicht Herr über die Menschen ist, sondern ihr Werkzeug bleibt“²⁶ oder versuchen sich an einer „Ethik der technisch-wissenschaftlichen Zivilisation“;²⁷ ein Meinungsforschungsinstitut erhebt in seinen Jahrbüchern regelmäßig die Frage, ob „die Technik alles in allem eher ein Segen oder ein Fluch für die Menschen“²⁸ sei; ein Historiker stellt zum Ende des Jahrzehnts die provokante Frage, ob sich die andauernden Auseinandersetzungen um Technik und die damit einhergehende Polarisierung zu einem „(Bürger-)Krieg“²⁹ zuspitzen ließen.
- Im Gegensatz dazu taucht „Technik“ im Kontext von Ludditenaufstand und Maschinensturm – sowohl begrifflich als auch inhaltlich – schlichtweg nicht auf; und auch zeitgenössische Kommentare verzichteten auf eine Deutung entsprechender Unruhen als möglicher Gegenbewegung zum technischen Fortschritt.

Es mag schwierig sein, sich Ludditen und Maschinenstürmer als etwas anderes als Gegner des technischen Fortschritts vorzustellen. Eine solche Bewertung scheint jedoch vor allem in der Rückschau und mit einigen Jahrzehnten Verzögerung aufgekommen zu sein: Die britische Regierung in den 1810er Jahren etwa betrachtete die Ludditenunruhen vorrangig als einen weiteren Aufstand in einer Epoche, die solche in großer Regelmäßigkeit erlebte.³⁰ Verdächtig wurden die Ludditen in den Napoleonischen Kriegen zudem als mögliche Agenten Frankreichs und Teil einer „pro-Bonapartist conspiracy“;³¹ auch Lord Byron, der als Fürsprecher der Ludditen auftrat, schilderte in seinem „Song for the Luddites“

25. Vgl. Spehr, Michael: *Maschinensturm. Protest und Widerstand gegen technische Neuerungen am Anfang der Industrialisierung*, Münster 2000.

26. DIE GRÜNEN Bundesgeschäftsstelle (Hg.), Diesmal DIE GRÜNEN – warum? Ein Aufruf zur Bundestagswahl 1983, Bonn 1983, 10.

27. Deutschlands Zukunft als moderne und humane Industrienation. Stuttgarter Leitsätze für die 80er Jahre. Beschlossen auf dem 32. CDU-Bundesparteitag, 9. - 11. Mai 1984 in Stuttgart, Bonn 1984, 208.

28. Noelle-Neumann, Elisabeth; Köcher, Renate: *Allensbacher Jahrbuch der Demoskopie 1984–1992*, München u.a.O. 1993, 894.

29. Sieferle, Rolf Peter: Erleben wir eine Politisierung des Technischen? In: Jaufmann, Dieter (Hrsg.): *Einstellungen zum technischen Fortschritt. Technikakzeptanz im nationalen und internationalen Vergleich*, Frankfurt am Main u.a. 1991, 135-156, 151.

30. Thompson, E. P.: *The Making of The English Working Class*, New York 1966, 191.

31. Thompson, E. P.: *The Making of The English Working Class*, New York 1966, 484f.

nicht ihren heldenhaften Widerstand gegen den Fortschritt, sondern verglich sie mit den Aufständischen der Amerikanischen Revolution:

As the Liberty lads o'er the sea
Brought their freedom, and cheaply with blood
So we, boys, we
Will die fighting, or live free
And down with all kings but King Ludd!³²

Dies bedeutet nicht, dass die Zerstörung von Bandwebstühlen während der Ludditenunruhen den Zeitgenossen nicht auffiel; jedoch scheint sie bei der zeitgenössischen Deutung des Geschehens keine besondere Rolle gespielt zu haben. Vor allem wurde die Motivation der Aufständischen nicht auf das Zerstören technischer Geräte reduziert.

Bei der Betrachtung des schlesischen Weberaufstands von 1844 lässt sich eine ähnliche Beobachtung machen: Während die damit verbundenen Unruhen vor allem im Rückblick als Aufstand gegen die zunehmende Industrialisierung gewertet wurden, hielten ihre Zeitgenossen ganz andere Aspekte für erwähnenswert als die zerstörten Webstühle. In der literarischen Behandlung durch Heinrich Heine im „Weberlied“ sind dies die Armut der Weber sowie die Flüche, die „dem Gotte, zu dem wir gebeten“, „dem König der Reichen“, „dem falschen Vaterlande“ entgegengeworfen werden;³³ auch im zeitgenössischen Lied „Das Blutgericht“ liegt der Fokus auf der Armut der aufständischen Weber und ihrer verächtlichen Behandlung durch die Verleger: „Kommt nun ein armer Webersmann // die Arbeit zu besehen // find't sich der kleinste Fehler dran // wird's ihm gar schlecht ergehen.“³⁴ Auch hier spielten neue Technologien oder die Technik an sich keine Rolle: Der Weberaufstand wurde vor allem als Aufruhr wahrgenommen, welche sich aus den sozialen Umständen der Aufständischen ergab. Erst in den Folgejahren erlebten die schlesischen Weber eine Umdeutung zu Gegnern des technischen Fortschritts; „die Erinnerung an den Aufstand gewann ein Eigenleben, das sich anderthalb Jahrhunderte lang immer weiter vom Ursprung entfernte.“³⁵ Sowohl in Bezug auf die Ludditen als auch auf die aufständischen Weber und Maschinenstürmer setzte mit Verzögerung eine Umdeutung ein, die vermeintlich antitechnische Motive betonte und diese in einen „Mythos vom Maschinensturm“³⁶ überführte.

Erklären lässt sich die merkwürdige Blindheit der Zeitgenossen für das, was uns im Nachhinein als erstes an Ludditen und Maschinenstürmern auffällt, möglicherweise dadurch, dass es sowohl zu Beginn als auch in der Mitte des 19. Jahrhunderts noch keinen breiten gesellschaftlichen Diskurs über Technik und

32. Lord Byron, „Song for the Luddites“, in: *The Complete Works of Lord Byron*. Reprinted from the Last London Edition, Paris 1841, 891.

33. Heine, Heinrich: *Die schlesischen Weber*, 1. Auflage, Borna 1847, 145–146.

34. „Das Blutgericht“ (1844). Zitiert nach: Lukas, Josef: *Weberkämpfe vor hundert Jahren*. Verlegt vom Schweizerischen Textilarbeiter-Verband, Zürich 1927, 51–53, 51.

35. Hodenberg, Christina von: *Aufstand der Weber. Die Revolte von 1844 und ihr Aufstieg zum Mythos*, Bonn 1997, 9.

36. Vgl. Sieferle, Rolf Peter: Der Mythos vom Maschinensturm, in: Rammert, Werner u.a. (Hrsg.), *Technik und Gesellschaft. Jahrbuch 2*, Frankfurt, New York 1983, 203–227.

technischen Fortschritt gab, wie er im Laufe des 20. Jahrhunderts in den westlichen Gesellschaften selbstverständlich geworden ist:

- Der Stellenwert, den wir den Ludditen, den aufständischen Webern und den Maschinenstürmern zuweisen, liegt auch an unserer modernen Wahrnehmung, für die sich diese als Teil eines Narratives darüber präsentieren, welche Widerstände auf dem Weg zur modernen Industriegesellschaft überwunden werden mussten.³⁷ Von ihren Zeitgenossen wurden die Ludditenunruhen und der Weberaufstand jedoch weitaus weniger als singuläres Ereignis wahrgenommen, sondern präsentierten sich vielmehr im Kontext einer Zeit, die an Aufständen nicht arm war (in Großbritannien das sog. „riotous 18th century“, in Deutschland der Vormärz): „Im zahlenmäßigen Vergleich zu allen anderen zeitgenössischen Protesten und Protestformen handelt es sich [beim Maschinensturm] um ein Randereignis“.³⁸
- Wenn wir aus dem 21. auf das 19. Jahrhundert zurückschauen, tun wir dies aus einer Position am Ende vieler Jahrzehnte, die eine kontinuierliche Transformation durch wissenschaftlichen und technischen Fortschritt erlebten. Im Vergleich dazu hatten Menschen zu Beginn des 19. Jahrhunderts ein sehr viel statischeres Verständnis der Welt – technologische Veränderungen wurden zwar wahrgenommen und auch debattiert, jedoch sowohl begrifflich als auch inhaltlich nicht auf die gleiche Art und Weise als Teil eines größeren Trends oder einer „Technisierung“ wahrgenommen, wie es heute der Fall ist.
- Dies geht mit dem Umstand einher, dass der heute omnipräsente Begriff „Technik“ in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts noch nicht die moderne Bedeutung hatte und es auch noch keine Vorläuferbegriffe mit vergleichbaren Konnotationen gab. Ob die Vorstellung einer Gemeinsamkeit alles Technischen einen dazu passenden Begriff erforderlich machte oder ob dieser erst ermöglichte, abstrahierend über eine solche Gemeinsamkeit nachzudenken, ist ein Henne-Ei-Problem; auf jeden Fall operierten Ludditen und Maschinenstürmer in Gesellschaften ohne das Vokabular, auf welches ihre späteren Kommentatoren zurückgreifen konnten:

„Der Begriff „Technik“ verkörpert einen genuin modernen Zugriff auf eine ganze Reihe von Phänomenen, die zwar schon lange vor der Prägung dieses Begriffs existierten, zu jenen Zeiten aber noch nicht mit Hilfe dieser begrifflichen Klammer als homogener Gegenstand thematisiert wurden.

37. Vgl. Sieferle, Rolf Peter: *Fortschrittsfeinde? Opposition gegen Technik und Industrie von der Romantik bis zur Gegenwart*, München 1984, 67.

38. Schlottau, Klaus: Maschinenstürmer gegen Frauenerwerbsarbeit: Dea ex machina, in: Meyer, Torsten; Popplow, Marcus (Hrsg.), *Technik, Arbeit und Umwelt in der Geschichte*. Günter Bayerl zum 60. Geburtstag, Münster 2006, 111–132.

Es ist daher fraglich, ob positive oder ablehnende Einstellungen zu „Technik“ bereits in Epochen existieren konnten, in denen dieser moderne Begriff die Wahrnehmung der Zeitgenossen noch gar nicht strukturierte.³⁹

4. Technikwerdung? Offene Fragen nach Begriff und Konzept der Technik

Der Klappentext eines vom Institut der deutschen Wirtschaft herausgegebenen Tagungsbands zum Thema „Jugend und Technik“ aus den 1980er Jahren zitiert aus Goethes *Wilhelm Meisters Wanderjahre*: „Das überhandnehmende Maschinenwesen quält und ängstigt mich, es wälzt sich heran wie ein Gewitter, langsam, langsam; aber es hat seine Richtung gewonnen, es wird kommen und treffen...“ – gefolgt von der Einschätzung der Herausgeber: „Die angstvolle Schau des alten Goethe umreißt nur all zu [sic!] genau die Stimmung, in der sich die junge Generation heute befindet.“⁴⁰ Abgesehen von einem ungewollt komischen O-Ton aus der Technikfeindlichkeitsdebatte der 1980er Jahre gibt dieses Statement auch ein bis heute gängiges Erklärungsmuster für eine vermeintlich voranschreitende Technikfeindlichkeit wieder, nämlich, dass Vorbehalte gegen Technik und technischen Fortschritt eine kulturgeschichtliche Konstante der Menschheitsgeschichte darstellten⁴¹ und bei einer historischen Rückschau an allen möglichen Orten (wie eben auch der Weimarer Klassik) zu finden seien.

Dass sich Goethe in der 1821 veröffentlichten Fassung seines Romans für den Begriff „Maschinenwesen“ entschied, statt von Technik oder technischem Fortschritt zu sprechen, hat jedoch ziemlich praktische Gründe. Der Begriff „Technik“ hatte zu seiner Zeit noch nicht die moderne Bedeutung einer Gesamtheit aller „künstlich hervorgebrachten Verfahren und Gebilde“,⁴² sondern stand in einem engeren Sinne für das Feld des Maschinenbaus und der Werkzeugkunde, in einem weiteren (und möglicherweise geläufigeren) Sinne für die konkrete Handhabung von Künsten. Das Rheinische Conversations-Lexikon von 1844 definiert Technik in diesem Sinne folgendermaßen:

Technik würde dem Worte nach eigentlich Kunstlehre heißen, aber man versteht darunter bei den schönen Künsten [...] die Lehre von den materiellen Bedingungen einer Kunst und wie sie kunstgerecht (regelmäßig) zu handhaben sind.⁴³

39. Popplow, Marcus: *Neu, nützlich und erfindungsreich. Die Idealisierung von Technik in der frühen Neuzeit*, Münster, New York, München, Berlin 1998, 6.

40. Roser, Thomas; Schlaffke, Winfried (Hrsg.): *Jugend und Technik*, Köln 1983, Klappentext.

41. Vgl. Roser, Thomas; Schlaffke, Winfried (Hrsg.): *Jugend und Technik*, Köln 1983, 13f.

42. So eine moderne techniksoziologische Definition: Rammert, Werner: *Technik aus soziologischer Perspektive. Forschungsstand, Theorieansätze, Fallbeispiele*. Ein Überblick, Opladen 1993, 10.

43. *Rheinisches Conversations-Lexikon oder encyclopädisches Handwörterbuch für gebildete Stände*. Herausgegeben von einer Gesellschaft rheinländischer Gelehrten in zwölf Bänden. Elfter Band Schl - Tor, Köln 1844, 1079.

Lexikalische Definitionen aus der Mitte des 19. Jahrhunderts verzichten tatsächlich oft auf die Verwendung des Begriffs im Maschinenbau und konzentrieren sich häufig auf die Bedeutung des Begriffs „Technik“ in der Kunst:

Technik, eigentlich so viel als Kunstlehre, wird immer nur von dem materiellen Theile der Kunst, von der Fertigkeit und Geschichtlichkeit in regelrechter Behandlung des Materials gebraucht. Ein vollkommenes Kunstwerk setzt eine schöne Idee voraus, welche durch vollkommene Technik zur Erscheinung gebracht ist; selten findet sich beides zugleich in gleicher Vollkommenheit vereint,⁴⁴

was daran liegen mag, dass die Autoren entsprechender Lexika diese für „die gebildeten Stände“ verfassten, zu denen in dieser Zeit noch nicht notwendigerweise Maschinenbauer und Polytechniker gerechnet wurden. In der Bedeutung „Kunstlehre“ findet sich der Technikbegriff auch in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts noch in Titeln von Abhandlungen wie „Die Technik des Dramas“, „Die Technik der Dichtkunst“ oder „Zur dramatischen Technik des Aristophanes“.⁴⁵

Ein halbes Jahrhundert später hat sich die Bedeutung des Begriffs Technik im deutschen Sprachgebrauch verändert; so definiert der Brockhaus diese in seiner vierzehnten Auflage 1895 folgendermaßen: „**Technik**, (grch. "Kunstmäßigkeit"), die Gesamtheit der für irgend eine künstlerische Thätigkeit erforderlichen Hilfsmittel und Verfahren.“⁴⁶ Hier sind wir sehr viel näher an einem modernen Technikbegriff – also „der“ Technik, von der heute die Rede ist –, der sich in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts allmählich durchsetzte und andere Begriffe wie etwa das von Goethe als Begriff für die Maschinisierung verwendete „Maschinenwesen“ oder die „Maschinerie“ ablöste, von der Karl Marx und Friedrich Engels in ihrem Frühwerk durchgehend sprechen.

Der Begriff „Technik“ in seiner heutigen Bedeutung etablierte sich im deutschsprachigen Raum also innerhalb eines halben Jahrhunderts, was in Folge auch immer wieder thematisiert wurde, etwa 1939 von dem Schriftsteller Eugen Diesel:

In der deutschen Sprache taucht das Wort „Technik“ in der uns heute vorschwebenden Bedeutung wahrscheinlich erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts mit dem allgemeinen Aufkommen der Maschinen und der Industrie auf. Erst von da an beginnt der Begriff sich mit dem heutigen Inhalt zu füllen [...] Unser modernes Empfinden kann überall dort, wo das Wort Technik schon früher auftaucht, nur in seltensten Fällen und auch dann nur angedeutet zugrunde gelegt werden.⁴⁷

44. *Allgemeine deutsche Real-Encyclopädie für die gebildeten Stände*. Conversations-Lexikon. Neunte Originalauflage in fünfzehn Bänden. Vierzehnter Band Sueven bis Viterbo, Leipzig 1847, 134.

45. Vgl. Freytag, Gustav: *Die Technik des Dramas*, Leipzig 1872; Beyer, Carl: *Die Technik der Dichtkunst. Anleitung zum Vers- und Strophenbau und zur Übersetzungskunst*, Göschen, 1884; Textor, Adolf: *Zur dramatischen Technik des Aristophanes*, Stettin 1884.

46. *Brockhaus' Konversations-Lexikon*. Vierzehnte vollständig neubearbeitete Auflage in sechzehn Bänden. Fünfzehnter Band Social - Türken, Leipzig, Berlin, Wien 1895, 653.

47. Diesel, Eugen: *Das Phänomen der Technik. Zeugnisse, Deutung und Wirklichkeit*, Leipzig-Berlin 1939, 11f.

20 Jahre später setzte sich der Philosoph Friedrich Dessauer mit philosophischen Abhandlungen über Technik bis 1945 auseinander und schrieb über deren Autoren:

Sie bemerken ‚die Technik‘. Bisher in verschiedenartigen Einzelheiten unbeachtlich, ‚selbstverständlich‘, zusammenhanglos, jetzt plötzlich als eine unheimliche Ganzheit geschaut, die sich breitmacht. Sie erschrecken, wie aus einem Schlaf geweckt, vor der unbemerkt auf tausend Pfaden in die Gesellschaft eingedrungenen Schicksalsgestalterin.⁴⁸

Das in der Einleitung dieses Aufsatzes beschriebene Phänomen, dass „die Technik“ erstaunlich jung ist, wurde also immer wieder bemerkt; erklärungsbedürftig bleibt, wie sich die Konstituierung des Begriffs genau gestaltete und warum sie überhaupt geschah.

Ein möglicher Erklärungsansatz ist, dass durch die massiven Transformationen, die die Hochindustrialisierung mit sich brachte, ein diskursiver Bedarf entstand, die bis in die kleinsten Bereiche des Alltags reichenden Veränderungen als Teil eines größeren Trends benennen zu können. Während die Forschung zu den Ursachen einer solchen „Technikwerdung“⁴⁹ in Deutschland noch ziemlich am Anfang steht, gibt es im englischsprachigen Raum verschiedene Erklärungsansätze zur diskursiven Konstituierung des Begriffs „technology“, die möglicherweise auch auf die Technik zutreffen; in Bezug auf diesen spricht der amerikanische Technikhistoriker Leo Marx von einem „semantic void“,⁵⁰ der bis dahin begrifflich zu überbrücken war. Marx verknüpft die Verbreitung des Begriffs mit der Etablierung technischer Großsysteme wie dem Telegraf, dem Telefon, dem elektrischen Licht sowie der zunehmenden Massenproduktion zwischen 1870 und 1920,⁵¹ wobei seine weitergehende Verwendung sogar erst bis in die 1930er Jahre auf sich warten ließ. In einem sich stark auf Leo Marx beziehenden Aufsatz kommt der Technikhistoriker Erik Schatzberg zu einem ähnlichen Ergebnis:

[Technology] attained the status of “keyword” only in the 1930s [...] before this time, issues that historians now discuss in terms of technology were framed in such terms as *useful arts, manufacturing, industry, invention, applied science, and the machine*. In other words, when historians now address “attitudes toward technology” before 1930, they are employing an analyst’s category not used by the historical actors themselves.⁵²

Sowohl Marx als auch Schatzberg betonen im Übrigen, dass am Anfang des amerikanischen Diskurses um „technology“ ein Transfer des deutschen Begriffs „Technik“ in den englischsprachigen Raum steht, wo dieser durch Autoren wie den Soziologen Thorstein Veblen popularisiert wurde.⁵³ Bereichert um einige

48. Dessauer, Friedrich: *Streit um die Technik*, Basel, Freiburg, Wien 1959, 26.

49. Der Begriff „Technikgenese“ ist leider schon vergeben.

50. Marx, Leo: The Idea of “Technology” and Postmodern Pessimism, in: Ezrahi, Yaron u.a. (Hrsg.), *Technology, Pessimism, and Postmodernism*, Dordrecht 1994, 11–28, 15.

51. Marx, Leo: The Idea of “Technology” and Postmodern Pessimism, in: Ezrahi, Yaron u.a. (Hrsg.), *Technology, Pessimism, and Postmodernism*, Dordrecht 1994, 11–28, 16f.

52. Schatzberg, Erik: Technik Comes to America: Changing Meanings of Technology before 1930, in: *Technology and Culture*, Vol. 47 (2006), 486–512, 486, Hv. i. O.

53. Vgl. Marx 1994, 17; Schatzberg 2006, 496f.

mögliche Erklärungsansätze kommen wir hier wieder zurück zu der ursprünglichen Frage: Wie genau gestaltete sich die Durchsetzung des Begriffs „Technik“ im deutschsprachigen Raum? Eine Antwort kann der vorliegende Aufsatz nicht liefern; eine genaue Biografie der Technik harrt weiterhin darauf, geschrieben zu werden. Jedoch konnte ich hoffentlich einige Ansatzpunkte zur Eingrenzung der damit verbundenen Forschungslücke liefern.

5. Ansatzpunkte für weitere Forschung

Der Reiz, sich ausführlicher mit der Konstituierung des modernen Technikbegriffs zu beschäftigen, liegt darin, dass dieser eine Grundlage modernen Denkens darstellt und selten hinterfragt wird, aber eben nicht geschichtslos ist. Als Produkt einer bestimmten Epoche lässt er sich schwer von zeitgenössischen Zuschreibungen trennen; von solchen Zuschreibungen aus einer Zeit sich beschleunigender technischer Entwicklungen zeugt möglicherweise der Umstand, dass „Technik“ im modernen Diskurs häufig synonym mit „technischer Fortschritt“ verwendet wird und schwierig von diesem zu trennen ist. Der meist als wertneutrale Kategorie verstandene Begriff „Technik“ wurde im Laufe des 20. Jahrhunderts zudem immer wieder als etwas aufgefasst, was Faszination, Begeisterung, Ängste oder gar Feindschaft auslösen kann, was die Frage aufwirft, inwiefern Konflikte um Technisches fest mit ihm verbunden sind.

Schließlich stehen wir vor dem konkreten Problem, dass das moderne Technikverständnis zu historischen Anachronismen einlädt, da wir dieses unbewusst auf frühere Epochen übertragen, welche die Welt möglicherweise auf ganz andere Weise wahrnahmen als die Bewohner einer hochmodernen Industriegesellschaft.

Für eine weitergehende Erforschung einer Konstituierung der modernen Sicht auf Technik bieten sich aus meiner Perspektive folgende Fragestellungen an:

- Welche gesellschaftlichen Gruppen waren im 19. Jahrhundert an dieser Konstituierung beteiligt? Inwiefern wurde diese von Zeitgenossen oder Nachgeborenen rezipiert?
- Inwiefern führt die Projektion eines modernen Technikverständnisses auf vergangene Epochen zu den beschriebenen historischen Anachronismen bzw. ordnet diese aktuellen Narrativen unter?
- In welchem Ausmaß ist unser Technikverständnis ein „reines“ Produkt der Aufklärung; inwiefern inkorporierte es normative Wertvorstellungen oder sogar religiöse bzw. mythische Motive („Fluch oder Segen“ der Technik)?
- Verfüigten Länder mit später einsetzender Industrialisierung schon vor dieser über ein abstraktes Technikkonzept? Inwiefern kam es neben einem Technologietransfer auch zum Transfer des Technikverständnisses von Industriestaaten (analog zum konzeptuellen Transfer des Begriffs „Technik“ aus dem deutschsprachigen in den englischsprachigen Raum)?
- Wären diskursive Alternativen zum modernen Technikbegriff denkbar?

Literatur

Allgemeine deutsche Real-Encyklopädie für die gebildeten Stände. Conversations-Lexikon. Neunte Originalauflage in fünfzehn Bänden. Vierzehnter Band Su-even bis Viterbo, Leipzig 1847.

Anders, Günther: *Die Antiquiertheit des Menschen.* Bd. 2, Über die Zerstörung des Lebens im Zeitalter der dritten industriellen Revolution, München 1980.

Beck, Ulrich: *Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne,* Frankfurt am Main 1986.

Beyer, Carl: *Die Technik der Dichtkunst. Anleitung zum Vers- und Strophenbau und zur Übersetzungskunst,* Göschen, 1884.

Brockhaus' Konversations-Lexikon. Vierzehnte vollständig neubearbeitete Auflage in sechzehn Bänden. Fünfzehnter Band Social - Türken, Leipzig, Berlin, Wien 1895.

Dessauer, Friedrich: *Streit um die Technik,* Basel, Freiburg, Wien 1959.

Christlich-Demokratische Union Deutschlands, Bundesgeschäftsstelle (Hrsg.), *Deutschlands Zukunft als moderne und humane Industrienation. Stuttgarter Leitsätze für die 80er Jahre.* Beschlossen auf dem 32. CDU-Bundesparteitag, 9. - 11. Mai 1984 in Stuttgart, Bonn 1984.

Diesel, Eugen: *Das Phänomen der Technik. Zeugnisse, Deutung und Wirklichkeit,* Leipzig-Berlin 1939.

Fetscher, Iring: *Überlebensbedingungen der Menschheit – zur Dialektik des Fortschritts,* Konstanz 1976.

Freytag, Gustav: *Die Technik des Dramas,* Leipzig 1872.

Greiffenhagen, Martin: *Das Dilemma des Konservatismus in Deutschland,* München 1971.

DIE GRÜNEN, Bundesgeschäftsstelle (Hrsg.), *Diesmal DIE GRÜNEN – warum? Ein Aufruf zur Bundestagswahl 1983,* Bonn 1983.

Habermas, Jürgen: *Technik und Wissenschaft als „Ideologie“,* Frankfurt am Main 1971.

Hansen, Klaus: Politische „Erneuerung“ aus dem Geist des technokratischen Konservatismus?, in: Kogon, Eugen (Hrsg.), *Die Aussichten der Republik,* Frankfurt am Main 1980, 39–48.

Heine, Heinrich: *Die schlesischen Weber,* 1. Auflage, Borna 1847.

Henkel, Martin; Taubert, Rolf: *Maschinenstürmer. Ein Kapitel aus der Sozialgeschichte des technischen Fortschritts.* Frankfurt am Main 1979.

Heßler, Martina: *Kulturgeschichte der Technik,* Frankfurt am Main 2012.

- Hobsbawm, E. J.: The Machine Breakers, in: *Past and Present*, Vol. 1 (1952), 57–70.
- Hodenberg, Christina von: *Aufstand der Weber. Die Revolte von 1844 und ihr Aufstieg zum Mythos*, Bonn 1997.
- Horkheimer, Max; Adorno, Theodor W.: *Dialektik der Aufklärung. Philosophische Fragmente*, Frankfurt am Main 1969.
- Hornby, A. S. u.a. (Hrsg.): *Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English*, Oxford-Berlin 2004.
- Jonas, Hans: *Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation*, Frankfurt am Main 1979.
- Jungsozialisten in der SPD: *Bürgerinitiativen: Maschinenstürmer oder politischer Rettungsanker?* Bonn 1977.
- Kollmeier, Kathrin: Begriffsgeschichte und Historische Semantik, Version 2.0, in: *Docupedia-Zeitgeschichte*, 29.10.2012, http://docupedia.de/zg/Kollmeier_begriffsgeschichte_v2_de_2012 [31.03.2017].
- Landwehr, Achim: *Historische Diskursanalyse*, Frankfurt/Main 2009.
- Lord Byron: „Song for the Luddites“, in: *The Complete Works of Lord Byron*. Reprinted from the Last London Edition, Paris 1841.
- Lukas, Josef: *Weberkämpfe vor hundert Jahren*. Verlegt vom Schweizerischen Textilarbeiter-Verband, Zürich 1927.
- Marx, Leo: The Idea of “Technology” and Postmodern Pessimism, in: Ezrahi, Yaron u.a. (Hrsg.), *Technology, Pessimism, and Postmodernism*, Dordrecht 1994, 11–28.
- Marx, Leo: Technology. The Emergence of a Hazardous Concept, in: *Technology and Culture*, Vol. 51 (2010), 561–577.
- Noelle-Neumann, Elisabeth; Köcher, Renate: *Allensbacher Jahrbuch der Demoskopie 1984–1992*, München u.a.O. 1993.
- Nye, David E.: *Technology matters. Questions to live with*, Cambridge MA 2007.
- Oldenziel, Ruth: *Making technology masculine. Men, women and modern machines in America, 1870-1945*, Amsterdam 1999.
- Popplow, Marcus: *Neu, nützlich und erfindungsreich. Die Idealisierung von Technik in der frühen Neuzeit*, Münster, New York, München, Berlin 1998.
- Rammert, Werner: *Technik aus soziologischer Perspektive. Forschungsstand, Theorieansätze, Fallbeispiele*. Ein Überblick, Opladen 1993.
- Rheinisches Conversations-Lexikon oder encyclopädisches Handwörterbuch für gebildete Stände*. Herausgegeben von einer Gesellschaft rheinländischer Gelehrten in zwölf Bänden. Elfter Band Schl - Tor, Köln 1844.

- Roser, Thomas; Schlaffke, Winfried (Hrsg.): *Jugend und Technik*, Köln 1983.
- Rothenhäusler, Andie: Die Debatte um die Technikfeindlichkeit in der BRD in den 1980er Jahren, in: *Technikgeschichte* 80, 4/2013, 273-294.
- Schatzberg, Erik: Technik Comes to America: Changing Meanings of Technology before 1930, in: *Technology and Culture*, Vol. 47 (2006), 486–512.
- Schraepler, Ernst: Geheimbündelei und die Anfänge einer deutschen Arbeiterbewegung, in: *Beihefte zur Internationalen wissenschaftlichen Korrespondenz zur Geschichte der deutschen Arbeiterbewegung* 2, Berlin 1975.
- Schlottau, Klaus: Maschinenstürmer gegen Frauenerwerbsarbeit: Dea ex machina, in: Meyer, Torsten; Popplow, Marcus (Hrsg.), *Technik, Arbeit und Umwelt in der Geschichte*. Günter Bayerl zum 60. Geburtstag, Münster 2006, 111–132.
- Seibicke, Wilfried: Technik: *Versuch einer Geschichte der Wortfamilie um 'Techne' in Deutschland vom 16. Jahrhundert bis etwa 1830*, Düsseldorf 1968.
- Sieferle, Rolf Peter: Der Mythos vom Maschinensturm, in: Rammert, Werner u.a. (Hrsg.), *Technik und Gesellschaft*. Jahrbuch 2, Frankfurt, New York 1983, 203–227.
- Sieferle, Rolf Peter: *Fortschrittsfeinde? Opposition gegen Technik und Industrie von der Romantik bis zur Gegenwart*, München 1984.
- Sieferle, Rolf Peter: Erleben wir eine Politisierung des Technischen? In: Jauffmann, Dieter (Hrsg.): *Einstellungen zum technischen Fortschritt. Technikakzeptanz im nationalen und internationalen Vergleich*, Frankfurt am Main u.a. 1991, 135-156.
- Snow, C. P.: *The Two Cultures*. With an Introduction by Stefan Collini, 15. Auflage, New York 2012.
- Spehr, Michael: *Maschinensturm. Protest und Widerstand gegen technische Neuerungen am Anfang der Industrialisierung*, Münster 2000.
- Textor, Adolf: *Zur dramatischen Technik des Aristophanes*, Stettin 1884.
- Thomis, Malcolm I.: *The Luddites. Machine-Breaking in Regency England*, Newton Abbot 1970.
- Thompson, E. P.: *The Making of The English Working Class*, New York 1966.
- Uhl, Karsten: Maschinenstürmer gegen die Automatisierung? Der Vorwurf der Technikfeindlichkeit in den Arbeitskämpfen der Druckindustrie in den 1970er und 1980er Jahren und die Krise der Gewerkschaften, in: *Technikgeschichte* 82, 2/2015, 157–179.
- Wulf, Hans Albert: „Maschinenstürmer sind wir keine“. *Technischer Fortschritt und sozialdemokratische Arbeiterbewegung*, Frankfurt/Main 1988.

Zeitungsartikel

Hamburger Wissenschaftler: Jugend hat Angst vor der Technik, in: *Hamburger Abendblatt*, 23.06.1979.

Der Traumberuf Lokführer gehört der Vergangenheit an. Junge Menschen gehen auf Distanz zur Technik, in: *Hamburger Abendblatt*, 25.06.1979.

Schmidt, Helmut: Angst ist ein Gegner der Demokratie. Auszüge aus Regierungserklärung und Energiedebatte, in: *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 05.07.1979, 4.

Görlach warnt die Jusos, in: *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 04.05.1981, 29.

Wie technikfeindlich ist die Jugend? in: *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 04.05.1981.

Appell zum Abbau von Handelsschranken. Vielsprachiges Lob für die Fachmesse zum Auftakt der 50. Interstoff, in: *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 01.11.1983, 32.

I Robot, You Unemployed: Robotics in Science Fiction and Media Discourse

Lisa Meinecke & Laura Voss

Introduction

There is a historically close connection between robotics and science fiction. Perhaps the best example for this is that in 1985 the introduction to the first *Handbook of Industrial Robotics* (Nof 1985) was written by the popular science fiction author Isaac Asimov. Having worked in chemistry before becoming a full-time author, Asimov was not completely foreign to science, but he was not a roboticist. In said introduction, Asimov explicitly refers to his own role in this field of tension:

I even lived to see myself regarded with a certain amount of esteem by legitimate people in the field of robotics, as a kind of grandfather to them all, even though, in actual fact, I am merely a chemist by training and a science-fiction writer by choice—and I know virtually nothing about the nuts and bolts of robotics; or of computers, for that matter. (ibid., xii.)

This paper will set a spotlight on the interconnections between scientific research in robotics and science fiction. The first part of this paper concentrates on fictional robots, giving a short (and by no means complete) overview of common narratives and some sociocultural context. Keeping these story-traditions in mind, we consider interactions between science fiction and robotics from two perspectives: first, the influence of real-life-robotics on science fiction, and subsequently, the influences of science fiction on actual robotics research. The last part of the paper analyses media discourse and science communications about robotics research. We argue that science fiction highly influences communication about robotics, particularly in news media, and that this in turn has consequences for the public perception of robotics technology.

Robots in science fiction

Science fiction's early androids were often malicious and crude imitations of humans who would rise up against their creators or undermine human society by planting impostors and stealing human identities. The term "robot" was famously coined and popularized by the Czech brothers Josef and Karel Čapek in Karel's 1920 play *R.U.R.*, which shows the creation of a race of synthetically human wor-

kers who undermine human society and stage an uprising against their makers (Graham 2002, 103). The visually iconic film *Metropolis* (1926) cannot be overestimated as influence on any depiction of robots and androids up until today. This film is also concerned with the growing alienation and dehumanization of the working masses, which are about to be replaced by robotic automation. The activist Maria is replaced by a humanoid robot in order to undermine the worker's plans to revolt—thus the robot not only replaces human workers (it will, literally, take their jobs), but is also employed to deceive the humans (Graham 2002, 179). Technology in *Metropolis* is not only powerful, but also an inconceivable and maliciously capitalist force working against humanity. The film shows that “[t]he power of that technological world is such that, the film argues, only with great difficulty can we see it for what it is” as J.P. Telotte (1999, 58) explains.

The Čapeks' robots, as well as the robot-Maria in *Metropolis*, are quite far from what we would consider a robot today, and much closer related to, for more recent examples, the androidic women in *The Stepford Wives* (1973), or Philip K. Dick's synthetically human Replicants in *Blade Runner* (1982).

The robots of Isaac Asimov's *Robot* series (Asimov 1996) are strikingly different from these earlier androids and automata in that they do not mimetically represent humans. They are quite humanoid, capable of speech and at least rudimentary social interaction with humans, but they would hardly be considered human-like and lack any plans to undermine humanity by stealing their identities (Klass 1983, 178). The narrative of the robot had changed considerably, signifying a corresponding change on how society perceived and experienced technology.

Asimov's *Robot* stories are created in the broader context of what Eve Kosofsky Sedgwick and Adam Frank have tentatively identified as the “cybernetic fold”, a period of time they preliminarily date to the late nineteen-forties to the mid nineteen-sixties:

By ‘the cybernetic fold’ we mean the moment when scientists' understanding of the brain and other life processes was marked by the concept, the possibility, the imminence, of powerful computers, but the actual computational muscle of the new computers wasn't available yet. (Sedgwick and Frank 1995, 508)

According to Sedgwick and Frank, the cybernetic fold is thus a historical moment after the end of the Second World War, at the beginning of the Cold War, which is characterized by a changing perception of technological possibilities, particularly in science and engineering, but also, more implicitly, in Western popular culture. During wartime, people had become used to engaging with technology in their everyday lives, and 1950s consumer culture brought innovations such as the refrigerators, the dishwasher, and, eventually, the TV into many people's homes (cf. Young and Young 2004, 103f.). The cybernetic fold is neither about visions of utopian nor dystopian technofutures; computation and information technology had become realistically thinkable at least in theory, and were pushed by Cold-War science and politics, such as contemporary developments in nuclear technology and the Space Race. Meanwhile, actually existing computer technology was still very much at the cusp of its potential. In this field of tension between what

could become quite realistically technologically possible in the very near future and an actual rapid developmental potential in technology and computation, both scientists and science fiction authors were able to create theories and imaginations that profoundly shaped the way we think about technology and society. In this context, Asimov's Robots with their "positronic" brains were only slightly ahead of Norbert Wiener's cybernetics (Wiener 1948) or Alan Turing's now-famous "imitation game" about testing the intelligence of machines (Turing 1950).

Asimov's robots echo Čapek's play in that they, too, are mass-produced workers used to take over menial tasks from humans. However, unlike Čapek's original robots, they are not synthetic humans created from organic matter, but clearly recognizable as machines. Robots are depicted as helpful servants and companions to the human characters. Their positronic brains are controlled by the Three Laws of Robotics:

- (1) A robot may not injure a human being or, through inaction, allow a human being to come to harm. (2) A robot must obey the orders given it by human beings except where such orders would conflict with the First Law. (3) A robot must protect its own existence as long as such protection does not conflict with the First or Second Laws and (0) A robot may not harm humanity, or, by inaction, allow humanity to come to harm. (Asimov 1951).

The Three Laws are written as a very basic set of ethical guidelines, which not only defines the character of the robots, but also constitutes the narrative framework of the plot. By setting the spotlight on interactions between humans and robots, the robot series continuously negotiates, problematizes, and re-affirms the Three Laws. Asimov wrote his short stories because he felt discontent with the tradition of the robot uprising which ends in the destruction of humanity or at least the murder of the creator character. The narrative seemed simply outdated (Nof 1985, xi). In a way, the robot series is very much about technology and how Asimov experienced the rapid technological development during and after the Second World War. His science fiction is about humans increasingly interacting with technology and the robots are part of the everyday lives of the human characters. The very first story in the series is about a robot employed in childcare which slowly gains the trust of both the child it is looking after and the initially anxious mother (Asimov 1951, "Robbie").

However, there is another implication to Asimov's stories: The robots turn out to be better than their human masters. While strictly adhering to the letter of the Three Laws, the robots start to develop beyond the understanding of the human characters. Elaine L. Graham explains:

(...) the Machines protect their own future survival while sheltering their human creators from the truth of robotic superiority. Human vanity alone determines that other forms of intelligence would necessarily replicate everything about humanity, including its fallibilities and limitations. Anything else constitutes, ultimately, an inhibition of such intelligence and the logic of robotic duty to its creators. Indeed, the entire sequence of *I, Robot* may be read as a series of critical incidents in the growing discontinuity between robotic motivation and human comprehension. (...) Asi-

mov's stories cleverly build up variations on the theme that robots (...) are driven to ever more ingenious strategies for protecting humans from the knowledge of their own obsolescence (Graham 2002, 130)

This is a very early take of the conflict between humans and a more powerful technicized other, which later becomes a common theme in science fiction. Despite their increasing power, Asimov's robots are bound to the anthropocentrism of the Three Laws, creating a curious moment where liberal humanism (in the notion that humanity must be protected) and an early version of posthumanism (in that the robots are superior to humanity) are tied in a standoff.

All of these major narratives about robots and their relationships with their human creators were taken up by film and television of the 1980s. *Blade Runner* (1982), an adaptation of Philip K. Dick's novel *Do Androids Dream of Electric Sheep?* (Dick 1969), draws heavily from *R.U.R.* and *Metropolis* in its plot about the rebellion of synthetically human workers who have undermined humanity under false pretenses. *Terminator* (1985) and *Robocop* (1987), technically Cyborgs, show jazzed up versions of the darker sides of Asimov's technophobic narrative. Johnny No. 5, the robot protagonist of the film *Short Circuit* (1986), and the android Lt. Data in *Star Trek: The Next Generation* (1987-1993), meanwhile echo the benign tendencies of Asimov's robots.

Even though many of the popular science fiction films of the 1980s recall older stories, their plots have been reimagined and updated. The conflict between the values of liberal humanism and posthumanist superiority takes center stage in *Terminator* and *Blade Runner*. Other common themes include shifting boundaries between the technological and the organic, of embodiment and the materiality of technology in cyborg films. Robots are no longer workers, but soldiers—the Terminator, RoboCop, and even Johnny No. 5 are all created in a military or law enforcement context. However, the robots and cyborgs of the 1980s are individuals who are increasingly confronted with the intricacies of personhood, social identity, and interpersonal relationships. Johnny No. 5 is more interested in gaining the rights to an individual personality, avoiding the military, and a budding romance with the film's human protagonist than with taking over the world. Most robot films of the 1980s are about marginalization, negotiating difference, and a search for identity in a highly weaponized world, as well as a growing awareness of the technological potential of computation. In the decade in which Asimov wrote the introduction to the *Handbook of Industrial Robotics*, references to actual robotics are curiously absent from popular culture.

The influence of 'real life robotics' on science fiction

The narratives shift again after 2010, when non-fictional scientific discourse and debates about robotics and technology start to influence science fiction cinema. Arguably, Western culture has simply become more used to robotics; the idea of a robot no longer represents a distant future, but, at least according to public media discourse (see below), we already live in a world full of robots. These more re-

cent films do not show us a temporarily-removed foreign world, but suggest that we are living in the future already, that the robots are just one more technological step, one more theoretical thought away. They create this connection to the non-fictional present by referring to scientific developments, current research, or philosophical debates.

Alex Garland's visually striking film *Ex Machina* (2015) takes another approach. The entire plot is driven by a modified version of the Turing Test. Caleb, the human protagonist has to determine whether Ava, the artificially intelligent humanoid robot, is sentient. The classical Turing Test is refigured by a simple twist: for the entire duration of the film, Caleb is already aware that Ava is an android. In *Ex Machina*, the objective of the test is not whether Ava's mimetic capabilities are sufficient to convincingly imitate being human, but whether she can convince Caleb to believe that she is alive.

The Turing Test is one of the most famous and often discussed thought experiments in the philosophy of mind and, in fact, information technology theory (cf. Pinar Saygin, Cicekli, and Akman 2000). *Ex Machina* is very much drawing from philosophical discussions about robots and artificial intelligence. Caleb is faced with ethical decisions not only about the nature of the existence of both humans and android, but also whether the android deserves a right to life and physical integrity, to personhood, and personal freedom. The consequences are dire—Ava's insufficiently convincing predecessors were dismembered and partially reused, the only other android is held captive as servant and concubine. The android is obviously superior to humanity (being physically much stronger and having access to social media data) and, in convincing Caleb to help her escape, has gained a victory in the ideological struggle between anthropocentric humanism and posthumanist artificial intelligence. Invoking much older narratives, Ava kills her creator and imprisons Caleb, takes the parts of the other androids to assemble a human-like body to be able to pass as human, and escapes, undermining human society. The film thus draws from the narrative roots of robot stories, employing the very old narrative of the robot insurgency in which mimetically human robots kill their maker, but it also leaves us with an impression of the singularity, a concept discussed in the theoretical context of artificial intelligence research (Kurzweil 2005), in which rapid technological development will take over the world and render humanity obsolete.

The film *Her* (2013) spins its story around a human protagonist falling in love with the artificially intelligent operating system managing his phone, entertainment technology, and smarthome. The plot is clearly inspired by the rise of social media, the ubiquity of smartphones, and smart technologies—it is not far-fetched to be reminded of personal assistant software, such as Apple's Siri. The impression of technological imminence in this film is strengthened further in that most genre-typical iconography is avoided entirely. Lacking aliens, space travel, even embodied robots, *Her* is not necessarily a science fiction film, but more of a romance which is, incidentally, set in the near future.

Similarly understated and lacking the usual sci-fi trimmings, *Robot & Frank* (2012) charmingly tells us the story of the growing friendship of an elderly man and his care robot. This film is very much about the technology of the present—healthcare robotics are an emerging field (cf. Al-Razgan et al. 2016) that is becoming particularly relevant to geriatrics, particularly to patients with dementia (cf. Wang et al. 2017). The robot protagonist of Disney’s 2015 animated film, *Big Hero Six*, Baymax, is also directly influenced by and influences recent scientific developments in healthcare and soft robotics (cf. Miodownik 2015).

The influence of science fiction on ‘real life’ robotics

The influence of the described narratives on how real robots are perceived in society cannot be underestimated. Even without ever having interacted with a real robot, most laypeople have strong expectations about what robots look like, and what they are or should be able to do—and these expectations are heavily influenced by science fiction (Bruckenberg et al. 2013).

Even professional roboticists explicitly name fictional robots as a source of inspiration and as a discursive cultural framework to talk about their research. Bischof (2015, 161) notes that the technical futures described in science fiction serve as a “hidden curriculum” for roboticists (cf. Rammert 1998). Some roboticists even explicitly regard science fiction imaginaries as a “set target”¹ for their work.

This practice of using fiction as ‘market research’ assumes that fictional accounts of robotics accurately reflect “what society expects of a robot”¹ and at the same time disregards part of their social or cultural function. Science fiction consists of stories about the future, about what-ifs, and, occasionally, might-have-beens. As such, it is not a neutral repository of ideas about technology or a road map to the future. The narratives are shaped by the cultural context they originate from, by the values, hopes, and anxieties of society. Considering this, science fiction does not necessarily tell us much about the future, but instead about ourselves, the concerns of our present, and the technological means we can employ to tell our stories (Telotte 2001, 24f.). A fictional robot is rarely just a robot, it is also a narrative canvas for projections of the other, which carries a culture’s hopes and anxieties. It is also a focal point to negotiate philosophical and ethical questions ranging from “What is human?” to “How do I treat a marginalized person?” or “Who is entitled to personal rights?”. When roboticists, journalists, or the general public treat fictional robots the same as real-life robots or consider science fiction a kind of societal wish list for the future, they implicitly disregard these aspects of the story, which again shapes the way we think, talk, and write about real-world robotics.

One example for science fiction serving as a “role model” for robotics reality is the objective to build a perfect humanoid robot—sometimes referred to as

1. Quote from unpublished interview study with roboticists. PhD project Laura Voss, dissertation in preparation.

the “Holy Grail of Robotics”. The vast majority of robots featured in science fiction are humanoids. They are described as more or less shaped like the human body and able to socially interact with humans through a natural language interface. In real life, humanoid robots pose an interesting and demanding research challenge, offering the possibility to work on complex hard- and software problems. Some roboticists consider the humanoid form to be ideal for application in environments made for humans, which are full of physical obstacles such as stairs, door handles and buttons. The assumption is that modelling robots after the very humans routinely dealing with those obstacles is the easiest way to give them the ability to successfully navigate the environment. Additionally, many human-robot interaction (HRI) scholars assume that humanoid social robots are easier for humans to interact with as, for example, mechanical looking robots without social features. However, there is no consensus about these assumptions in the HRI community. Not only can very human-like robots be perceived as creepy, they are also assumed to trigger unrealistic expectations regarding their abilities, which can cause irritation or disappointment in users (cf. for example Duffy 2003, or the discussion about the famous Uncanny Valley phenomenon, see Mori 1970 and e.g. Bartneck et al. 2007).

Science fiction influences not only robot design but also the scientific and even political discussion on robot ethics. For example, in the debate about how much autonomy robots should be allowed to have, Asimov’s Three Laws are sometimes used as a base for discussion or even as an explicit model for proposed regulations: The European Parliament explicitly refers to the Three Laws as a possible model for future policies in a resolution dealing with Civil Law Rules on Robotics (European Parliament 2017). Opposing voices—even in a study commissioned by the European Parliament itself—consider this problematic. The Three Laws originally are, after all, a literary plot device and thus formulated deliberately vague (European Parliament 2016, 12).

Robots in reality

Today, robotic technology is in widespread use in industrial and commercial settings. Especially in manufacturing robots—usually in the form of industrial robot arms—are routinely used for handling and assembly tasks. Increasingly, mobile robotic technology is used in logistics for the autonomous transport of goods. Also outside of industry, robotic technology is nothing too exotic anymore. Police and military forces use small teleoperated robots in dangerous situations, such as bomb disposal or the search and rescue of disaster victims. Household robots—especially vacuum cleaners—have become affordable for the mass market and are a huge commercial success (Tobe 2017).

The vast majority of robots on the market today are non-humanoid and do not have the abilities one might expect after reading or watching robot fiction. They typically take the form of mechanical looking robotic arms or small mobile platforms, or combinations of both. Humanoid robots, on the other hand, exist at

this time primarily in robotics research labs, where they serve as a fascinating engineering challenge. Only very few have appeared on the commercial market so far, such as Softbank's Pepper robot, which is marketed for use in customer service and other interactive contexts. At the moment, robots like Pepper serve mostly as exotic "customer magnets" without actually performing any really useful services, and disappointed customers already report that their Pepper robots are not as profitable an investment as hoped (Alpeyev and Takashi 2016).

Humanoid robots have not gained much commercial success (yet). However, this does not mean that they do not get any attention. On the contrary: demonstration videos of humanoids—such as Boston Dynamics' Atlas performing impressive feats like walking on uneven ground, stumbling and getting up again unassisted—regularly go viral and cause a flurry of discussion. However, these videos are often heavily staged and edited and therefore do not necessarily reflect the actual functionality of the robot. Bottlenecks—such as long-lasting batteries or reliable navigation in unknown, unstructured environments—still pose a huge challenge for roboticists (Robbins 2016).

Not only the imitation of the human body, also social interaction poses a challenging obstacle. While social robotics is a very active research field and showing impressive progress, robots with social interactive features as imagined in science fiction are still far in the future. Natural language interfaces outside of robotics are relatively common already, e.g. in software assistants like Apple's Siri. However, their abilities do not even remotely achieve the level of interaction fluency that is routinely described in science fiction. There is considerable technological progress going on, of course, but it is not yet very visible for the layperson. In the 2015 DARPA robotics challenge, research teams competed by having their state of the art robots complete a parcours of tasks meant to simulate the aftermath of a disaster such as the Fukushima catastrophe. From a robotics technology perspective, the—mostly humanoid—robots showed impressive abilities. However, the public reaction was primarily *schadenfreude* in the view of robots failing to complete seemingly simple tasks like opening a door (Guizzo and Ackerman 2015). Even the renowned roboticist Rodney Brooks was compelled to state that "anyone who is worried about the robot apocalypse just needs to keep their doors closed" (quoted in Keay 2016).

Robots in media discourse

With robotics being a massively growing and even "hyped" technology field—promising solutions to societal problems (e.g. supporting the ageing working population or replacing missing nursing staff) and at the same time threatening to bring along frightening economic and societal consequences (e.g. increasing robotization causing mass unemployment)—public interest is immense. Consequently, robotics is one of the most reported on technology fields in the news media. In this discourse, the enormous influence of science fiction on the perception and representation of robots is once again observable. Many of the fictional narra-

tives and tropes described above are reflected in articles, reports, and commentaries on current or upcoming robotics technology.

Embodiment and humanoid form

It is important to note that not everything that is called a robot by the media actually is one. Even technology that is per definition not robotics (e.g. artificial intelligence or simple software) is routinely referred to as a robot and illustrated with pictures of humanoid robots that have nothing to do with the technology at the center of the article. The most visible example is the discourse on the threat of technological unemployment. Increasing automation is discussed to potentially replace a substantial share of today's working humans. This does include robotics technology, but especially white-collar jobs will very likely be taken over by software rather than physical robots. Nonetheless, pictures of humanoid robots, either real or fictional ones, appear to be picture editors' default choice for the illustration of articles on technological unemployment and other potential consequences of advances in automation. This way, artificial intelligence used for research tasks in law firms becomes a "robot lawyer" and investment software becomes a "robot adviser"—and judging by the accompanying pictures both apparently look like the humanoid Pepper (Postinett 2016; MarksJarvis 2015).

Guzman (2017) suggests that "this is part of an effort to make the intangible (lines of code) tangible, but, in doing so, it spreads misconceptions about AI & robots." While it is understandable that concepts like algorithms, software, or artificial intelligence are difficult to illustrate, and humanoid robots are more tangible and familiar to most people, this embodied humanoid robot bias is not unproblematic and draws increasing criticism in the robotics and HRI community: HRI scholar Kate Darling (2017) reacted to the headline "A Rogue Robot Is Blamed for the Gruesome Death of a Human Colleague" (Livni 2017) with a critical tweet: "Let me fix that headline for you: Industrial equipment malfunctions, leading to fatal accident". The connected article was illustrated with a picture of an android, which prompted fellow scholar Alex Dean (2017) to tweet a picture of an industrial machine with the comment "The picture of an android certainly doesn't help, considering the 'robot' in question probably looks like this". It seems like "humanoids are (...) hogging all the attention" (Thórisson 2007), even though the vast majority of robots currently in use and under development are non-humanoid.

Agency and malicious intentionality

Not only the physical shape, but also the capability of robots is often more or less subtly framed with terms, tropes and ideas from science fiction narratives. A very popular headline phrase suggests that the reader "meet" a certain robot. And in many cases, the robot in question does not have the best intentions: "Meet ATLAS, the next generation of stompy, killy humanoid robot" (Templeton 2013);

“Meet the robots that are going to take your job” (Rosenthal 2016); “Meet your future robot overlords!” (Wheelock 2017).

The science fiction trope of robots rebelling against their human masters and taking over the world appears to be journalists’ favorite. At this time, it is unlikely that any respectable newspaper would in all seriousness call out the impending robot apocalypse. Nonetheless, an astonishing number of articles uses references to exactly this—most commonly in the headline, or in the concluding sentence. These references sometimes stand in curious contrast to the otherwise matter-of-fact style of reporting and the actual topic of the article, which can range from a newly presented walking robot, over industrial applications for robotics, to technological unemployment. The threat of increasing automation leading to an increase in unemployment appears to develop a life of its own in the news: Coverage is peppered with references to machines actively and intentionally taking away jobs from humans. Headlines regularly ask whether “robots (are) going to steal your job” (Vardi 2016) or what the “fix for robots stealing jobs” is (Finley 2016). And it is not only our jobs robots are apparently after: They “are coming closer, and they’re coming for us” (Hanson 2016b). Even ethical questions regarding driverless cars are framed as machines actively deciding to murder people, when a headline asks whether “your driverless car (will) be willing to kill you to save the lives of others” (Sample 2016).

Judging by typical headlines and punchlines, “the robots may be plotting their takeover” (Chicago Tribune 2015) and there are two possible outcomes: either the “robot army” (Thielman 2016; Chang 2016) will “go rogue” or “haywire and get rid of us” (Hanson 2016a), or it will inevitably be “time to pledge allegiance to our new robot overlords” (Hern 2016). Video footage of Boston Dynamics’ humanoid Atlas robot being toppled by a human and standing up by itself spurred an outpour of—at the same time—apparent empathy for the “tortured” (Hern 2016; Hamilton 2016; Griffin 2016) robot, “awe of our new robot overlords” (Robbins 2016), and fear that the robot’s eventual “revenge” (Koerber 2016) for the “bullying” would be “the start of the robot revolution” (Novak 2016). Readers were asked to “remember this video...when robots inevitably take over the world” (Koerber 2016), as it “could one day be seen as the beginning of the war between man and machine” (Griffin 2016).

Sometimes this future confrontation of “robots vs. humans” (Chicago Tribune 2015)—or simply “us against them” (Allen 2016)—is referred to as “robot wars” (Inman 2016), “robot takeover” (Williams 2016; Ambasna-Jones 2016) or “march of the robots” (Pratley 2016). However, even more popular is the idea that robots will someday “rise” (Karp 2016; Norton 2016; Wearden 2016; Solon 2016a; McAllister 2016), start a “robot uprising” (HAL 902010 2016; Allen 2016) or “robot revolution” (Seager 2016; Novak 2016; Inman 2016) and eventually become “robot overlords” (Robbins 2016; Hern 2016; Fitzpatrick 2011; Rosenthal 2016; Hamilton 2016; Humphrey 2016; Healey 2015; Ledford 2017; Wheelock 2017; Kahn 2017).

Inevitability

This chain of events is quite consistently framed not as a possibility, but as part of an inevitable predetermined future—the question being not if, but rather “when our robot overlords arrive” (Kahn 2017). Judging by popular phrases, “the robots are coming” (Belfiore 2014; Zhang 2016; Hanson 2016b; Allen 2016), “the invasion has already begun” (Belfiore 2014) and “the inevitable robot uprising has already started” (Solon 2016b), while the “long-standing quest to build the robot overlords which will eventually subjugate humanity and usher in a 1,000-year reign of the machines is apparently progressing nicely” (Hern 2016) and “the day that humanoid robots invade our lives (...) draws inexorably closer” (Belfiore 2014).

And even when robotic technology is not living up to expectations, making “the takeover seem (...) less imminent” (Hunt 2016), this situation is often framed as only a temporary peace: “The robots may be coming slowly (...) but they are definitely coming, and probably for your jobs” (Thielmann 2015). “Even if a robot takeover is some way away” (Williams 2016), “even the most advanced humanoid robots aren’t going to be a threat to our cleaning lives any time soon” (Gibbs 2016), and a robot “isn’t ready to take your job just yet” (Hunt 2016), in the end there will be the “inevitable robot uprising” (Solon 2016b), or at least “robots will eventually do all our jobs” (Avent 2016).

In the meantime, expressions of relief, disappointment, or *schadenfreude* in the face of robots failing to perform are another common journalistic device: “Someday, robots may save or destroy us all—for now, they’re still kinda dumb” (Marks 2015). Readers are reminded to “Laugh at robots falling down now, while you still can” “with whatever short-lived impunity we may still have” (O’Connor 2015). Sometimes there is even some hope that “maybe artificial intelligence won’t destroy us after all” (Casey 2015).

Implications

As we have shown, the way robotics technology is perceived and framed in both academia and public discourse is steeped with science fiction narratives. This blending of fiction and reality has some potentially problematic implications. The issue becomes especially critical when it is not only present in the media, where flashy headlines are not necessarily taken completely serious, but also becomes popular with government organizations: A representative of the US Pentagon explicitly stated he is concerned about robots becoming like “a Terminator without a conscience” (Silver 2016); the EU Parliament not only uses the expression “rise of the robots” on their news website (European Parliament News 2017), but is also explicitly worried about AI posing “a challenge to humanity’s capacity to control its own creation and consequently perhaps also to its capacity to be in charge of its own destiny and to ensure the survival of its species” (Heath 2016), and uses a picture of a fictional android on an invitation to a hearing on legal and ethical

aspects of robotics and artificial intelligence (European Parliament Juri Committee 2016).

Our analysis of the media discourse supports Fernaeus' (2009, 279f.) concern that a systematically biased representation of robots "may sustain and trigger unrealistic visions", and that "not only the general public, but also researchers may maintain an unrealistic, even fantasy-based, perspective of what robots are and could be". Fernaeus (ibid.) warns that "there is a risk that the general ideas of what a robot is and what it will be able to do in a near future is flavored not so much by current research and existing products as it is of popular culture".

The "flavoring" of the general view on robotics by popular culture has the potential to develop some problematic side effects. Some studies already observed that potential robot users' expectations regarding robot functionalities are heavily biased towards what is framed as "standard robot capabilities" in science fiction, such as humanlike cognitive abilities (Kriz et al. 2010) or fluent cooperative behavior (Oestreicher and Eklundh 2006).

Nomura et al. (2005, 125) report that "people assume humanoids as (...) representative robots, though this assumption still remains unconnected to realistic assumptions about situations where and tasks that these robots perform". Sandoval et al. (2009, 61) diagnose a "mismatch" or "conflict between the expectations of the users (that are primarily shaped by movies and fiction), the goals of HRI research, and the needs of the users".

In the discussion of societal consequences of increasing automation, the ubiquity of references, both in language and illustration, to humanoid robots with strong agency or even intentionality subtly shifts away the focus from the actual form automation is or will be taking (e.g. the replacement of white-collar jobs with automated software). At the same time, constant references to an inevitable "takeover" by "robot overlords" foster a fatalistic view of a seemingly unavoidable, dismal future of technological subjugation for humanity—instead of pointing out possibilities to actively shape the technology of the future and its societal implications (cf. Bruckenberger et al. 2013).

Some journalists explicitly try to counterpoint or even actively criticize the ubiquitous science fiction tropes: "Robots can't kill you – Claiming they can is dangerous" (Chrisley 2015); "No, robots aren't killing the American dream" (The New York Times 2017); "No, the robots are not about to rise up and destroy us all" (George 2016); "The robots aren't going to kill you" (Buchanan 2015).

The influence of fictional narratives on the public discourse on any topic is not something that can or should be systematically controlled. However, a certain awareness for the potentially problematic consequences of science fiction tropes and clichés employed for the sake of attracting the attention of the public might be advisable for both journalists and government agencies. Meanwhile popular science fiction will continue to profit from this phenomenon. By drawing from current research, authors can add depth and credibility to their narratives and thus create more interesting and engaging stories. If science fiction apparently provides the common vocabulary for roboticists, journalists, and the general

public to understand each other, the growing influence of robotics research on science fiction may be a chance to improve science communication and build public knowledge about robots.

References

- Allen, Katie. 2016. "The Robots Are Coming – but We Still Need Human Touch in the Workplace." *The Guardian*. March 13.
- Alpeyev, Pavel, and Takashi Amano. 2016. "SoftBank's Struggles with Pepper Keep Son's Robot Dreams on Hold". *The Economic Times*. October 28.
- Al-Razgan, Muna, Lama F. Alfallaj, Noha S. Alsarhani, and Heba W. Alomair. 2016. "Systematic Review of Robotics Use Since 2005." *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research* 5 (2): 129–32.
- Ambasna-Jones, Marc. 2016. "How Social Robots Are Dispelling Myths and Caring for Humans." *The Guardian*. May 9.
- Asimov, Isaac. 1951. *I, Robot*. New York: Gnome Press.
- Avent, Ryan. 2016. "A World without Work Is Coming – It Could Be Utopia or It Could Be Hell." *The Guardian*. September 19.
- Bartneck, C., T. Kanda, H. Ishiguro, and N. Hagita. 2007. "Is The Uncanny Valley An Uncanny Cliff?" *The 16th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, 2007. RO-MAN 2007, 368–73.
- Belfiore, Michael. 2014. "When Robots Take Our Jobs, Humans Will Be the New 1%. Here's How to Fight Back." *The Guardian*. March 22.
- Bischof, Andreas. 2015. *Wie Kommt die Robotik zum Sozialen? Epistemische Praktiken in der Sozialrobotik*. PhD thesis. Chemnitz: Technische Universität Chemnitz.
- Bruckenberg, Ulrike, Astrid Weiss, Nicole Mirnig, Ewald Strasser, Susanne Stadler, and Manfred Tscheligi. 2013. "The Good, The Bad, The Weird: Audience Evaluation of a 'Real' Robot in Relation to Science Fiction and Mass Media." In *Social Robotics*, edited by Guido Herrmann, Martin J. Pearson, Alexander Lenz, Paul Bremner, Adam Spiers, and Ute Leonards, 301–10. Lecture Notes in Computer Science 8239. Springer International Publishing.
- Buchanan, David W. 2015. "The Robots Aren't Going to Kill You." *Chicago Tribune*. February 9.
- Casey, Michael. 2015. "Maybe Artificial Intelligence Won't Destroy Us after All." *CBS News*. March 14.
- Chang, Andrea. 2014. "Amazon Robots Speed Customer Orders but May Lead to Fewer Workers." *Chicago Tribune*. December 2.
- Chicago Tribune*. 2015. "Robots vs. Humans: Who Ya Got?". June 5.
- Chrisley, Ron. 2015. 'Robots Can't Kill You – Claiming They Can Is Dangerous'. *The Conversation*. July 3.
- Darling, Kate (@grok_). Twitter post. March 14, 2017, 05:32 p.m.
- Dean, Alex (@mutantbrides). Twitter post. March 15, 2017, 04:31 p.m.

- Dick, Philip K. 1969. *Do Androids Dream of Electric Sheep?* New American Library.
- Duffy, Brian R. 2003. "Anthropomorphism and the Social Robot." *Robotics and Autonomous Systems* 42 (3–4): 177–90.
- European Parliament - Policy Department for 'Citizens' Rights and Constitutional Affairs', ed. 2016. *European Civil Law Rules in Robotics*.
- European Parliament. 2017. *Civil Law Rules on Robotics - P8_TA-PROV(2017)0051 - European Parliament Resolution of 16 February 2017 with Recommendations to the Commission on Civil Law Rules on Robotics (2015/2103(INL))*.
- European Parliament Jury Committee. 2016. 21-04-2016 - Hearing on Legal and ethical aspects of robotics and artificial intelligence.
- European Parliament News. 2016. "Rise of the robots: 'There Are Some Urgent Questions We Have to Find Answers To.'" *European Parliament News*. April 22.
- Fernaesus, Ylva, Mattias Jacobsson, Sara Ljungblad, and Lars Erik Holmquist. 2009. "Are We Living in a Robot Cargo Cult?" In *Proceedings of the 4th ACM/IEEE International Conference on Human Robot Interaction HRI '09*, 279–280.
- Finley, Klint. 2016. "The White House's Fix for Robots Stealing Jobs? Education." *WIRED*. December 21.
- Fitzpatrick, Michael. 2011. "Japan's Elderly Fail to Welcome Their Robot Overlords." *BBC*. February 4.
- George, Dileep. 2016. "No, the Robots Are Not about to Rise up and Destroy Us All." *World Economic Forum*. January 23.
- Gibbs, Samuel. 2016. "Multimillion Dollar Humanoid Robot Doesn't Make for a Good Cleaner." *The Guardian*. January 19.
- Graham, Elaine L. 2002. *Representations of the Post/Human: Monsters, Aliens, and Others in Popular Culture*. New Brunswick: Rutgers University Press.
- Griffin, Andrew. 2016. "Boston Dynamics Atlas: Google-Owned Robot Firm Shows off about Torturing and Beating Terrifying Humanoid Robot." *The Independent*. February 24.
- Guizzo, Erico, and Evan Ackerman. 2015. "DARPA Robotics Challenge: A Compilation of Robots Falling Down." *IEEE Spectrum*. June 6.
- Guzman, Andrea L. (@teachguz). Twitter post. March 28, 2017, 5:11 a.m.
- HAL 90210. 2016. "Top Dog: Watch What Happens When a Real Canine Meets a Robo-Pooch." *The Guardian*, March 1.
- Hamilton, J. 2016. "Watch Google Torture an 80kg, 5'9" Robot." *Technology Insider*. February 25.

- Hanson, Michele. 2016a. "Robot Carers for Elderly People Are 'another Way of Dying Even More Miserably.'" *The Guardian*, March 14.
- . 2016b. "Who Would Want to Be Cared for by a Robot?" *The Guardian*, November 7.
- Healey, Jon. 2015. "Will Robots Push My Kids into the Unemployment Line?" *Chicago Tribune*. April 30.
- Hern, Alex. 2016. "Watch Google Torture an 80kg, 5'9" robot for Science." *The Guardian*. February 24.
- Humphrey, Wm Steven. 2016. "Meet 'Pepper'—Your Newest Robot Overlord." *The Stranger*. May 24.
- Hunt, Elle. 2016. "'My Arms Cannot Reach That Far': a Strange Afternoon with the World's First Robot Gallery Guide." *The Guardian*. May 27.
- Inman, Phillip. 2016. "Southern Rail Dispute Reflects Workers' Growing Fears about Rise of Automation." *The Guardian*. December 17.
- Kahn, Jeremy. 2017. "Will Robots Kill Us? Google Just Found the Question It Can't Answer." *Business Standard India*. February 13.
- Karp, Paul. 2016. "The Future of Work: 'Computers Are Good at the Jobs We Find Hard, and Bad at the Jobs We Find Easy.'" *The Guardian*. March 16.
- Keay, Andra. 2015. 'DARPA Robotics Challenge Leaves Brilliant PR Legacy'. *Robohub*. June 9.
- Koerber, Brian. 2016. "Jerk Human Beats up Boston Dynamics Robot." *Mashable*. February 24.
- Kriz, S., T. D Ferro, P. Damera, and J. R Porter. 2010. "Fictional Robots as a Data Source in HRI Research: Exploring the Link between Science Fiction and Interactional Expectations." In *2010 IEEE RO-MAN*, 458–63.
- Kurzweil, Ray. 2005. *The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology*. London: Penguin.
- Ledford, Heidi. 2017. "Plant Biologists Welcome Their Robot Overlords." *Nature News* 541 (7638): 445.
- Livni, Ephrat. 2017. "A Rogue Robot Is Blamed for the Gruesome Death of a Human Colleague." *Quartz*. March 13.
- Marks, Ben. 2015. "Someday, Robots May Save or Destroy Us All—For Now, They're Still Kinda Dumb." *Collectors Weekly*. August 21.
- MarksJarvis, Gail. 2015. "Scared about Investing? You Can Let Robots Handle It." *Chicago Tribune*. November 27.
- McAllister, Jenny. 2016. "Automation Will Embed Gender Inequality at Work – Unless We Fix It Now." *The Guardian*. November 8.

- Miodownik, Mark. 2015. "Inflatable 'soft Robots' like Baymax May Be Used in Hospitals." *The Guardian*. October 25.
- Mori, Masahiro. 1970. "The Uncanny Valley." Translated by Karl F. MacDorman and Minato Takashi. *Energy* 7 (4): 33–35.
- The New York Times. 2017. "No, Robots Aren't Killing the American Dream." *The New York Times*. February 20.
- Nof, Shimon Y., ed. 1985. *Handbook of Industrial Robotics*. New York: J. Wiley.
- Nomura, T., T. Kanda, T. Suzuki, and K. Kato. 2005. "People's Assumptions about Robots: Investigation of Their Relationships with Attitudes and Emotions toward Robots." In *IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication, RO-MAN 2005*, 125–30.
- Norton, Andrew. 2016. "Automation Will End the Dream of Rapid Economic Growth for Poorer Countries." *The Guardian*. September 20.
- Novak, Matt. 2016. "Watch the Next Generation Atlas Robot Get Bullied By A Mean Human (And Stay On His Feet)." *Paleofuture*. February 23.
- Oestreicher, Lars, and Kerstin Eklundh. 2006. "User Expectations on Human-Robot Co-Operation." In *ROMAN 2006. The 15th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, 91–96.
- O'Connor, Brendan. 2015. "Laugh At Robots Falling Down Now, While You Still Can." *Gawker*. June 6.
- Pinar Saygin, Ayse, Ilyas Cicekli, and Varol Akman. 2000. "Turing Test: 50 Years Later." *Minds and Machines* 10 (4): 463–518.
- Postinett, Axel. 2016. "Künstliche Intelligenz: Die Robo-Anwälte Kommen." *Handelsblatt*. May 17.
- Pratley, Nils. 2016. "Capita Capitalises on Robots before New Chair Powell Powers." *The Guardian*. December 8.
- Rammert, Werner. 1998. 'Die kulturelle Orientierung der technischen Entwicklung'. In *Sozialgeschichte der Informatik*, edited by Dirk Siefkes, Peter Eulenhöfer, Heike Stach, and Klaus Städtler, 51–68. Studien zur Wissenschafts- und Technikforschung. Deutscher Universitätsverlag.
- Robbins, Martin. 2016. "How Real Is That Atlas Robot Video?" *The Guardian*, February 25.
- Rosenthal, Phil. 2016. "Meet the Robots That Are Going to Take Your Job." *Chicago Tribune*. January 20.
- Sample, Ian. 2016. "Will Your Driverless Car Be Willing to Kill You to Save the Lives of Others?" *The Guardian*. June 23.
- Sandoval, Eduardo Benitez, Omar Mubin, and Mohammad Obaid. 2014. "Human Robot Interaction and Fiction: A Contradiction." In *Social Robotics*, edited by

Michael Beetz, Benjamin Johnston, and Mary-Anne Williams, 54–63. Lecture Notes in Computer Science 8755. Springer International Publishing.

Seager, Charlotte. 2016. “After the Robot Revolution, What Will Be Left for Our Children to Do?” *The Guardian*. May 11.

Sedgwick, Eve Kosofsky, and Adam Frank. 1995. “Shame in the Cybernetic Fold: Reading Silvan Tomkins.” *Critical Inquiry* 21 (2): 496–522.

Silver, Curtis. 2016. “Pentagon Worried About ‘Terminators’, Begins Defense Campaign.” *Forbes*. September 6.

Solon, Olivia. 2016a. “The Rise of Robots: Forget Evil AI – the Real Risk Is Far More Insidious.” *The Guardian*. August 30.

———. 2016b. “Robots Will Eliminate 6% of All US Jobs by 2021, Report Says.” *The Guardian*. September 14.

Telotte, J. P. 1999. *A Distant Technology: Science Fiction Film and the Machine Age*. Middletown: Wesleyan University Press.

———. 2001. *Science Fiction Film*. Cambridge, New York: Cambridge University Press.

Templeton, Graham. 2013. “Meet ATLAS, the next Generation of Stompy, Killy Humanoid Robot.” *Geek.com*. July 12.

Thielman, Sam. 2016. “Amazon Moves One Step Closer toward Army of Warehouse Robots.” *The Guardian*. July 5.

Thórisson, Hrafn Thorri. 2007. “The Humanoid Robot Minority Report.” *Think Artificial*. July 4.

Tobe, Frank. 2017. “Robotic Cleaning Market Growing Exponentially.” *The Robot Report*. February 10.

Turing, Alan M. 1950. “Computing Machinery and Intelligence.” *Mind* 59 (236): 433–60.

Vardi, Moshe Y. 2016. “Are Robots Going to Steal Your Job? Probably.” *The Guardian*. April 7.

Wang, Rosalie H., Aishwarya Sudhama, Momotaz Begum, Rajibul Huq, and Alex Mihailidis. 2017. “Robots to Assist Daily Activities: Views of Older Adults with Alzheimer’s Disease and Their Caregivers.” *International Psychogeriatrics* 29 (01): 67–79.

Wearden, Graeme. 2016. “Davos 2016: Eight Key Themes for the World Economic Forum.” *The Guardian*. January 19.

Wheelock, Benjamin. 2017. “Meet Your Future Robot Overlords!” *Salon*. February 7.

Wiener, Norbert. 1948. *Cybernetics: Or, Control and Communication in the Animal and the Machine*. Hoboken: J. Wiley.

Williams, Zoe. 2016. "If Robots Are the Future of Work, Where Do Humans Fit In?" *The Guardian*. May 24.

Young, William H., and Nancy K. Young. 2004. *The 1950s*. Westport: Greenwood Publishing Group.

Zhang, Sarah. 2016. "Why An Autonomous Robot Won't Replace Your Surgeon Anytime Soon." *WIRED*. May 4.

Autor*innenverzeichnis

Agnes Bauer

B.A., Technische Universität Berlin, Institut für Philosophie, Literatur-, Wissenschafts- und Technikgeschichte, Professur für Wissenschaftsgeschichte

Christoph Borbach

M.A., Universität Siegen, Graduiertenkolleg „Locating Media“

Alev Coban

M.A. Geographien der Globalisierung, Goethe-Universität Frankfurt, Institut für Humangeographie

Jana Deisner

M.A., Technische Universität Berlin, Institut für Soziologie, Graduiertenkolleg „Innovationsgesellschaft heute“

Livia Fritz

Mag.^a, École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Institute of Environmental Engineering (IEE), Laboratory for Human-Environment Relations in Urban System (HERUS)

Michael Funk

M.A. Philosophie, Universität Wien, Medien- und Technikphilosophie

Lars Gaentzsch

Dipl.-Soz., Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt

Chris Grieser

M.A. Soziologie, Technische Universität Berlin, Institut für Soziologie

Lisa Kressin

M.A. Wissenschaftsforschung, Universität Luzern, Professur für Soziologie mit Schwerpunkt Medien und Netzwerke

Lisa Meinecke

M.A. Amerikanische Kulturgeschichte, Ludwig-Maximilians-Universität München, Amerika-Institut

Jakob Odenwald

M.A., Forschungsstelle für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte, Universität Zürich

Andie Rothenhäusler

M.A. Geschichtswissenschaft, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Germanistik, Abteilung Wissenschaftskommunikation

Tim Seitz

Technische Universität Berlin, Graduiertenkolleg „Innovationsgesellschaft heute“

Laura Voss

Dipl.-Psych., Technische Universität München, Munich Center for Technology in Society (MCTS)